COMUNE DI EMPOLI

IL MAGAZZINO DEL SALE
Il museo del vetro
PROGETTO DI RIUSO E DI RESTAURO CONSERVATIVO

Capitolato speciale d'appalto - Normativa tecnica

Progetto:
FABRICANOVA S.R.L. – Mo.Ma. Associati – Sistemi Industriali srl

Visto il Responsabile Unico del Procedimento:
Arch. Francesca Capecchi

Addì 9 giugno 2008

INDICE

(cliccare sul numero di pagina per aprire l'articolo corrispondente)

Qualità e provenienza dei materiali....6
– Materiali in genere....6
– Norme di riferimento....6
– Modalità di prova, controllo e collaudo....6
– Materiali naturali e di cava....6
– Calci, pozzolane, leganti idraulici, leganti idraulici speciali 8
e leganti sintetici. Modalità di fornitura e di conservazione....8
e leganti sintetici. Modalità di fornitura e di conservazione....8
e leganti sintetici. Modalità di fornitura e di conservazione....8
– Laterizi....11
– Materiali ferrosi e metalli vari....12
– Legnami....13
– Legno lamellare....14
– Materiali per pavimentazioni e rivestimenti....14
– Materiali e componenti di partizioni interne....16
– Colori e vernici....16
– Materiali diversi....18
– Additivi....18
– Fibre e tessuti sintetici – Materiali compositi....20
– Prodotti per coperture....22
– Prodotti per impermeabilizzazioni....24
– Isolanti termo-acustici....26
– Tubazioni....26
– Sostanze impregnanti – Generalità....28
– Impregnanti ad effetto idrofobizzante....29
– Impregnanti contro la formazione di efflorescenze saline....29
– Impregnanti per interventi di deumidificazione....30
– Impregnanti ad effetto consolidante....30
– Prodotti per la pulizia dei manufatti lapidei....31
– Materiali per impianti elettrici....32
– Materiali per impianti idrici....34
– Materiali per impianti di riscaldamento....35
– Materiali per impianti di climatizzazione....38
– Materiali per impianti antintrusione, antifurto, antieffrazione....39
– Materiali per ascensori....40
Indagini e prove di laboratorio....41
– Indagini preliminari ai lavori di restauro – Generalità....41
– Rilievo fotografico e telerilevamento 41
– Accertamento sulle caratteristiche strutturali e costruttive....42
– Indagini per la determinazione delle caratteristiche tensionali dei materiali e delle murature....45
– Indagini atte ad approfondire la conoscenza sulle stratificazioni dell'edificio e sulle caratteristiche 47
costruttive anche di interventi pregressi....47
costruttive anche di interventi pregressi....47
costruttive anche di interventi pregressi....47
– Indagini rivolte alla caratterizzazione dei materiali e all'accertamento dei loro degradi e delle patologie....48
– Caratterizzazione chimico-fisico-mineralogica del materiale costruttivo (lapidei, malte, laterizi, ecc.)....49
– Indagini sulle patologie dei materiali....51
Analisi sulla presenza dei sali solubili e delle sostanze estranee....51
Analisi sulla presenza dei sali solubili e delle sostanze estranee....51
Analisi sulla presenza dei sali solubili e delle sostanze estranee....51
– Rilevamento delle alterazioni dovute a presenza di umidità....51
– Indagini preliminari ai trattamenti protettivi e consolidanti ed indagini volte alla verifica 54
dell'efficacia dell'intervento effettuato....54
dell'efficacia dell'intervento effettuato....54
dell'efficacia dell'intervento effettuato....54
– Indagini sulle caratteristiche dei terreni e delle fondazioni....56

Modalità di esecuzione dei lavori....60
– Demolizioni e rimozioni....60
– Demolizioni di volte, di solai e di coperture....60
– Scavi – Generalità....61
– Scavi di sbancamento....61
– Scavi di fondazione....61
– Scavi di accertamento e di ricognizione....62
– Scavi archeologici....62
– Scavi subacquei e prosciugamenti....62
– Rilevati e rinterri....63
– Paratie e casseri....63
– Ponteggi....63
– Opere provvisionali....66
– Malte. Qualità e composizione....67
– Malte e conglomerati....68
– Malte additivate....69
– Malte preconfezionate....70
– Conglomerati di resina sintetica....70
– Consolidamento delle strutture fondali – Generalità....71
– Consolidamento mediante sottofondazioni....72
– Sottofondazioni con pali....73
– Costruzione di murature – Generalità....74
– Murature e riempimenti e pietrame a secco....76
– Murature di pietrame con malta....76
– Paramenti per le murature di pietrame....77
– Murature di mattoni....78
– Pareti di una testa ed un foglio con mattoni pieni e forati....78
– Murature miste....78
– Murature di getto o calcestruzzo....79
– Integrazione e ripristino delle murature....79
– Sarcitura delle murature mediante parziale sostituzione del materiale. Tecnica del “cuci e scuci”....79
– Fissaggio dei paramenti originari....80
– Sigillatura delle teste dei muri....80
– Tagli delle murature con la seghe....80
– Tagli della muratura con carotatrici....81
– Tagli della muratura con filo....81
– Consolidamento delle murature – Generalità....81
– Consolidamento mediante iniezioni a base di miscele leganti....82
– Consolidamento mediante iniezioni armate....83
– Consolidamento mediante paretine di contenimento....83
– Consolidamento mediante tiranti metallici....84
– Consolidamento tramite incatenamenti e collegamenti....85
– Consolidamento mediante inserimento di cordoli in calcestruzzo di cemento armato....85
– Costruzione delle volte....86
– Costruzione dei solai....87
– Controsoffitti....88
– Costruzione delle coperture – Generalità....89
– Coperture piane....91
– Coperture a falde....92
– Sistemazione dei manti di copertura....93
– Restauro dei solai e delle coperture – Sostituzioni e collegamenti....94
– Solai – Sostituzione di travi in legno....96
– Sostituzione in solai piani di elementi laterizi con putrelle in ferro....96
– Sostituzione del tavolato esistente....97
– Restauro delle strutture lignee – Generalità....98
– Ripristino di una struttura in legno mediante la ricostruzione della parte degradata con conglomerati....98
di resine e barre di armatura....98
di resine e barre di armatura....98
di resine e barre di armatura....98
– Consolidamento di travi mediante rinforzo con elementi metallici....99
– Consolidamento di travi mediante profili metallici posti all’estradosso....100
– Consolidamento di travi mediante profili metallici posti all’intradosso....101
– Controventatura ed irrigidimento di struttura piana mediante tiranti posti all’intradosso o all’estradosso....101
– Consolidamento di struttura piana mediante getto di cappa in cemento armato....102
– Irrigidimento di struttura piana mediante sovrapposizione di un nuovo tavolato....103
– Restauro di strutture lignee tramite impregnazione consolidante....104

– Disinfestazione del legno....104
– Consolidamento di strutture in ferro – Generalità....105
– Consolidamento estradossale di struttura piana con intervento sulle travi....105
– Consolidamento intradossale di una struttura piana con posa in opera di un nuovo sistema di travi in ferro....106
– Consolidamento estradossale di struttura 107
piana mediante realizzazione di cappa in cemento armato....107
piana mediante realizzazione di cappa in cemento armato....107
piana mediante realizzazione di cappa in cemento armato....107
– Consolidamento estradossale di struttura piana tramite fasciatura 107
estradossale con materiali compositi (fibre sintetiche e di carbonio)....107
estradossale con materiali compositi (fibre sintetiche e di carbonio)....107
estradossale con materiali compositi (fibre sintetiche e di carbonio)....107
– Consolidamento delle volte – Generalità....108
– Consolidamento di volta in muratura mediante posa in opera di rinfianchi cellulari....109
– Consolidamento di volte in muratura mediante iniezioni di conglomerati....110
– Consolidamento di volte mediante realizzazione all'estradosso di cappa armata....110
– Consolidamento tramite fasciatura estradossale con materiali compositi (fibre sintetiche e di carbonio)....111
– Impermeabilizzazioni – Generalità....112
– Impermeabilizzazioni stratificate multiple realizzate "a caldo"....113
– Impermeabilizzazione con guaine di gomma sintetica....114
– Impermeabilizzazione realizzata con prodotti liquidi a base di resine sintetiche....114
– Protezione delle impermeabilizzazioni....115
– Lavori di deumidificazione – Generalità....115
– Deumidificazione delle murature mediante iniezione di sostanze idrofobizzanti....116
– Deumidificazione mediante taglio orizzontale della muratura e inserimento di conglomerati speciali....117
– Deumidificazione mediante tagli contigui a sezione circolare 118
ed inserimento nella muratura di conglomerati di resina....118
ed inserimento nella muratura di conglomerati di resina....118
ed inserimento nella muratura di conglomerati di resina....118
– Deumidificazione mediante l'utilizzo di sistemi elettro-osmotici....118
– Utilizzo di intonaci idrofughi 120
– Eliminazione delle efflorescenze saline....120
– Vespai, intercapedini e drenaggi....121
– Sbarramento impermeabile verticale eseguito fra la superficie esterna della muratura ed il terreno....122
– Sistemi di pulitura – Generalità....123
– Metodi per la pulitura di edifici monumentali....124
– Metodi di pulitura di edifici comuni....126
– Bonifica da macro e microflora....127
– Eliminazione di macroflora e di microflora infestante....127
– Impregnazione di manufatti edili e trattamenti protettivi – Generalità....128
– Consolidamento di manufatti edili....129
– Idrofobizzazione di manufatti edili....130
Restauro degli apparati decorativi....132
– Restauro degli apparati decorativi – Generalità....132
– Dipinti murali....133
– Mosaici....134
– Materiali lapidei di rivestimento 134
– Conservazione di decorazioni a stucco....135
– Stuccature e trattamento delle lacune....136
– Fissaggio di decorazioni distaccate mediante microbarre d'armatura....136
– Ripristino di intonaci e decorazioni mediante l'utilizzo della tecnologia del vuoto....136
Opere varie....138
– Pavimenti....138
– Rivestimento di pareti....140
– Opere in marmo, pietre naturali ed artificiali....140
– Restauro dei pavimenti e dei rivestimenti – Generalità....142
– Sistemazione di lastre lapidee di rivestimento 142
– Intonaci....143
– Decorazioni....144
– Restauro di intonaci e di decorazioni – Generalità....144
– Ripristino di intonaci distaccati mediante l'esecuzione d'iniezioni a base di miscele idrauliche....144
– Trattamento conservativo di pareti intonacate con malte a base di calce....145
– Opere da carpentiere....146
– Infissi e serramenti in legno 146
– Serramenti in legno Restauro e manutenzione....147
– Opere in ferro – Norme generali e particolari....147

– Restauro degli elementi metallici – Generalità....148
– Metodi pulitura di elementi metallici....149
– Protezione degli elementi metallici....150
– Opere da vetraio....151
– Opere da stagnaio, in genere....151
– Tubazioni e canali di gronda....152
– Opere da pittore – Norme generali....153
– Esecuzioni particolari....154
– Tappezzeria con carta....155
Impianti....156
– Impianti – Generalità....156
– Impianti elettrici – Generalità....156
MORSETTI....161
QUADRI....162
APPARECCHIATURE DI PROTEZIONE....162
APPARECCHIATURE MODULARI....166
SERIE DA INCASSO....167
– Impianti idrici – Generalità....168
– Impianti di scarico delle acque reflue....169
– Impianti di scarico delle acque meteoriche....171
– Impianti di riscaldamento e climatizzazione....171
....181
– Impianti di climatizzazione....181
– Impianti antintrusione, antifurto, antieffrazione....182
– Impianti di ascensori e di montacarichi....183
– Barriere architettoniche....185
ALLEGATO 1 – Interventi sugli apparati murari a facciavista

CAPO II

QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI

- Materiali in genere

I materiali occorrenti per la realizzazione dei lavori saranno prodotti nella località che l'appaltatore riterrà di sua convenienza purché, ad insindacabile giudizio della direzione dei lavori (in seguito nominata D.L.) e degli organi di controllo preposti alla tutela del patrimonio artistico e monumentale, siano riconosciuti nella migliore qualità ed il più possibile compatibili con i materiali preesistenti in modo da non interferire negativamente con le proprietà fisiche, chimiche e meccaniche dei manufatti da risanare.
L'appaltatore sarà obbligato, in qualsiasi momento, ad eseguire o a fare compiere, presso gli stabilimenti di produzione o laboratori ed istituti autorizzati, tutte le prove prescritte dal presente capitolato e/o stabilite dalla D.L. sui materiali impiegati o da impiegarsi (sia che questi siano preconfezionati o formati nel corso dei lavori o preesistenti) ed, in genere, su tutte le forniture previste dall'appalto.
In particolare, sui manufatti di valore storico/artistico, se gli elaborati di progetto lo prevedono, sarà cura dell'appaltatore:

– determinare lo stato di conservazione dei manufatti da restaurare
– individuare l'insieme delle condizioni ambientali e climatiche cui è esposto il manufatto
– individuare le cause e i meccanismi di alterazione.

In ogni caso si dovrà controllare l'efficacia e l'innocuità dei metodi d'intervento mediante analisi di laboratorio da effettuare secondo i dettami delle "raccomandazioni NORMAL" pubblicate dalle commissioni istituite e recepite dal Ministero per i Beni Culturali col decreto n. 2093 del 11-11-82. Il prelievo dei campioni, da eseguire secondo le modalità prescritte dalle "raccomandazioni NORMAL", sarà effettuato in contraddittorio con l'appaltatore e sarà appositamente verbalizzato.
I materiali non accettati dalla D.L., in quanto a suo insindacabile giudizio non riconosciuti idonei, dovranno essere rimossi immediatamente dal cantiere, a cura ed a spese dell'appaltatore, e sostituiti con altri rispondenti ai requisiti richiesti. L'appaltatore resta comunque responsabile per quanto concerne la qualità dei materiali forniti. Infatti, questi ultimi, anche se ritenuti idonei dalla D.L., dovranno essere accettati dall'amministrazione in sede di collaudo finale.

- Norme di riferimento

I materiali da impiegare nella realizzazione delle opere dovranno rispondere alle prescrizioni contrattuali ed in particolare alle indicazioni del progetto esecutivo; devono possedere le caratteristiche stabilite dalle leggi e dai regolamenti e dalle norme UNI vigenti in materia, anche se non espressamente richiamate nel presente capitolato speciale d'appalto. In assenza di nuove ed aggiornate norme, il direttore dei lavori potrà riferirsi alle norme ritirate o sostitutive. Salvo diversa indicazione, i materiali e le forniture proverranno da quelle località che l'appaltatore riterrà di sua convenienza, purché, ad insindacabile giudizio della direzione lavori, ne sia riconosciuta l'idoneità e la rispondenza ai requisiti prescritti dagli accordi contrattuali.

- Modalità di prova, controllo e collaudo

L'appaltatore è obbligato a prestarsi, in qualsiasi momento, ad eseguire od a far eseguire presso il laboratorio di cantiere, presso gli stabilimenti di produzione o presso gli Istituti autorizzati, tutte le prove scritte dal presente capitolato speciale d'appalto o dalla direzione dei lavori, sui materiali impiegati o da impiegarsi, nonché sui manufatti realizzati in opera e sulle forniture in generale. Il prelievo dei campioni, da eseguire secondo le norme regolamentari e conformemente a quanto prescritto sia dalle Raccomandazioni Normal che dalle norme UNI vigenti, anche nel caso che le modalità di prova, controllo e collaudo non siano specificamente richiamate nel presente capitolato. Il prelievo verrà effettuato in contraddittorio con l'impresa sulla base della redazione del verbale di prelievo.

- Materiali naturali e di cava

Acqua – Oltre ad essere dolce e limpida, dovrà, anche avere, un pH neutro ed una durezza non superiore al 2%. In ogni caso non dovrà presentare tracce di sali (in particolare solfati di magnesio o di calcio, cloruri, nitrati in concentrazione superiore allo 0,5%), di sostanze chimiche attive o di inquinanti organici o inorganici.
Tutte le acque naturali limpide (con la sola esclusione dell'acqua di mare) potranno essere usate per le lavorazioni. Le acque, invece, che provengono dagli scarichi industriali o civili, in quanto contengono sostanze (zuccheri, oli grassi, acidi, basi) capaci d'influenzare negativamente la durabilità dei lavori, dovranno essere vietate per qualsiasi tipo di utilizzo.
Per quanto riguarda le acque torbide, le sostanze in sospensione non dovranno superare il limite di 2 gr/lt.
Acqua per lavori di pulitura – Oltre ad essere dolce e limpida ed avere, un pH neutro e la durezza non superiore al 2%, dovrà essere preventivamente trattata con appositi apparecchi deionizzatori dotati di filtri a base di resine scambiatrici di ioni aventi le specifiche richieste dalle Raccomandazioni Normal relativamente allo specifico utilizzo.
Sabbia – La sabbia naturale o artificiale da miscelare alle malte (minerali o sintetiche) sia essa silicea, quarzosa, granitica o calcarea, dovrà essere priva non solo delle sostanze inquinanti ma dovrà possedere anche una granulometria omogenea (setaccio 2 UNI 2332) e provenire da rocce con resistenze meccaniche adeguate allo specifico uso. La sabbia, all'occorrenza, dovrà essere lavata al fine di eliminare qualsiasi sostanza inquinante e nociva.

Sabbia per murature ed intonaci – Dovrà essere costituita da grani di dimensioni tali da passare attraverso un setaccio con maglie circolari dal diametro di mm 2 per murature in genere e dal diametro di mm 1 per intonaci e murature di paramento o in pietra da taglio (setaccio 2-1 **UNI 2332**).

Sabbie per conglomerati – Dovranno corrispondere a requisiti del D.M. 03.06.1968, all. 1 punto 2 e al D.M. 27.07.1985. I grani dovranno avere uno spessore compreso tra 0, 1 e 5 mm (**UNI 2332** ed essere adeguati alla destinazione del getto ed alle condizioni di posa in opera (**UNI 85230**).

Per il confezionamento di calcestruzzi e di malte potranno essere usati sia materiali lapidei con massa volumica compresa fra i valori di 2.100 e 2.990 kg/mc sia aggregati leggeri aventi massa volumica inferiore a 1.700 kg/mc. Sarà assolutamente vietato l'uso di sabbie marine.

Sabbie, inerti e cariche per resine – Dovranno possedere i requisiti richiesti dai produttori di resine o dalla D.L.; la granulometria dovrà essere adeguata alla destinazione e al tipo di lavorazione. Sarà assolutamente vietato l'utilizzo di sabbie marine o di cava che presentino apprezzabili tracce di sostanze chimiche attive. I rinforzanti da impiegare per la formazione di betoncini di resina dovranno avere un tasso di umidità in peso non superiore allo 0 09% ed un contenuto nullo d'impurità o di sostanze inquinanti; in particolare, salvo diverse istruzioni impartite dalla D.L., le miscele secche di sabbie silicee o di quarzo dovranno essere costituite da granuli puri del diametro di circa 0,10-0,30 mm per un 25%, di 0,50-1,00 mm per un 30% e di 1,00-2,00 mm per il restante 45%.

Polveri – (silice ventilata, silice micronizzata) dovranno possedere grani del diametro di circa 50-80 micron e saranno aggiunte, ove prescritto alla miscela secca di sabbie in un quantitativo di circa il 10-15% in peso. In alcune applicazioni potranno essere usate fibre di vetro sia del tipo tessuto che non tessuto, fibre di amianto e fiocchi di nylon. In particolare la D.L. e gli organi preposti dovranno stabilire le caratteristiche tecniche dei rinforzanti, dei riempitivi, degli addensanti e di tutti gli altri agenti modificatori per resine in base all'impiego ed alla destinazione.

Ghiaia e pietrisco – Le ghiaie, prodotte dalla frantumazione naturale delle rocce o di materiali analoghi ottenuti per frantumazione artificiale di ciotoli o blocchi di roccia, dovranno avere i seguenti requisiti:

– buona resistenza alla compressione
– bassa porosità in modo che sia assicurato un basso coefficiente di imbibizione
– assenza dei composti idrosolubili (es. gesso)
– assenza di sostanze polverose, argillose o di terreno organico in quanto tali materiali impediscono agli impasti di calce e cemento di aderire alla superficie degli aggregati inerti.

Per il controllo granulometrico sarà obbligo dell'appaltatore approvvigionare emettere a disposizione della D.L. i crivelli UNI 2334.

Ghiaia e pietrisco per conglomerati cementizi – La dimensione dei granuli degli aggregati dovrà essere prescritta dalla D.L. in base alla destinazione d'uso e alle modalità d'applicazione. Le loro caratteristiche tecniche dovranno essere quelle stabilite dal D.M. 27.07.1985, All. 1, punto 2 e dalle seguenti norme UNI:

UNI 8520-1:1999 – 30/06/1999 – *Aggregati per confezione di calcestruzzi – Definizione, classificazione e caratteristiche.*

UNI 8520-2:1997 – 31/05/1997 – *Aggregati per confezione di calcestruzzi – Requisiti.*

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

UNI 8520-22:1999 – 30/06/1999 – *Aggregati per confezione calcestruzzi – Determinazione della potenziale reattività degli aggregati in presenza di alcali.*

UNI 8520-8:1999 – 30/06/1999 – *Aggregati per confezione di calcestruzzi – Determinazione del contenuto di grumi di argilla e particelle friabili.*

UNI SPERIMENTALE 8520-17:1984 – 30/11/1984 – *Aggregati per confezione di calcestruzzi. Determinazione della resistenza a compressione degli aggregati grossi.*

UNI SPERIMENTALE 8520-7:1984 – 01/11/1984 – *Aggregati per confezione calcestruzzi. Determinazione del passante allo staccio 0,075 UNI 2332.*

Pomice, argilla espansa ed altri inerti leggeri – Dovranno possedere la granulometria prescritta dagli elaborati di progetto, essere asciutti ed esenti da alterazioni, polveri, sostanze organiche e materiali estranei (**UNI SPERIMENTALE 7549-1:1976 – 01/06/1976** – Aggregati leggeri. Definizione, classificazione e pezzatura). Se utilizzati per miscele strutturali dovranno possedere resistenza meccanica intorno ai valori di 15 N/mmq.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

UNI SPERIMENTALE 7549-10:1976 – 01/06/1976 – *Aggregati leggeri. Determinazione della resistenza al gelo.*

UNI SPERIMENTALE 7549-11:1976 – 01/06/1976 – *Aggregati leggeri. Determinazione della stabilità al trattamento a vapore.*

UNI SPERIMENTALE 7549-12:1976 – 01/06/1976 – *Aggregati leggeri. Valutazione delle proprietà mediante prove su calcestruzzo convenzionale.*

UNI SPERIMENTALE 7549-3:1976 – 01/06/1976 – *Aggregati leggeri. Analisi granulometrica.*

UNI SPERIMENTALE 7549-4:1976 – 01/06/1976 – *Aggregati leggeri. Determinazione della massa volumica del materiale in mucchio.*

UNI SPERIMENTALE 7549-5:1976 – 01/06/1976 – *Aggregati leggeri. Determinazione della massa volumica media del granulo.*

UNI SPERIMENTALE 7549-6:1976 – 01/06/1976 – *Aggregati leggeri. Determinazione del coefficiente di imbibizione.*

UNI SPERIMENTALE 7549-7:1976 – 01/06/1976 – *Aggregati leggeri. Determinazione della resistenza dei granuli allo schiacciamento.*

UNI SPERIMENTALE 7549-8:1976 – 01/06/1976 – *Aggregati leggeri. Determinazione del potere macchiante.*
UNI SPERIMENTALE 7549-9:1976 – 01/06/1976 – *Aggregati leggeri. Determinazione della perdita al fuoco.*

Pietre naturali e marmi – Le pietre naturali da impiegare per la muratura o per qualsiasi altro lavoro dovranno essere di grana compatta ed esenti da piani di sfaldamento, screpolature, venature ed inclusioni di sostanze estranee; inoltre, dovranno avere dimensioni adatte al particolare tipo di impiego, offrire una resistenza proporzionata all'entità delle sollecitazioni cui dovranno essere sottoposte e possedere un'efficace capacità di adesione alle malte. Il carico di sicurezza a compressione non dovrà mai superare il 20% del rispettivo carico di rottura. Saranno escluse, salvo specifiche prescrizioni, le pietre gessose ed in generale tutte quelle che potrebbero subire alterazioni per l'azione degli agenti atmosferici o dell'acqua corrente.
La materia riguardante le pietre naturali è disciplinata dal R.D. del 16.11.1939 n. 2232 (G.U. n. 92/1940).

Pietre da taglio – Oltre a possedere i requisiti delle pietre naturali, dovranno essere sonore alla percussione, prive di fenditure e litoclasi e possedere una perfetta lavorabilità.
Per le opere a "faccia a vista" sarà vietato l'impiego di materiali con venature disomogenee o, in genere, di brecce. Inoltre dovranno avere buona resistenza a compressione, resistenza a flessione, tenacità (resistenza agli urti), capacità di resistenza agli agenti atmosferici e alle sostanze inquinanti, lavorabilità (attitudine ad essere trasformate in blocchi squadrati, in lastre, colonne, capitelli, cornici) e lucidabilità.

Lastre per tetti, per cornicioni e simili – Saranno preferibilmente costituite da rocce impermeabili (poco porose), durevoli ed inattaccabili al gelo, che si possano facilmente trasformare in lastre sottili (scisti, lavagne).
Lastre per interni – Dovranno essere costituite preferibilmente da pietre perfette, lavorabili, trasformabili in lastre lucidabili, tenaci e resistenti all'usura. Per il pezzame a bollettonato si dovrà valutare il coefficiente di usura secondo l'art. 5 del R.D. 2234 del 16.11.1939.

Marmi – Dovranno essere della migliore qualità, privi di scaglie, brecce, vene, spaccature, nodi o altri difetti che li renderebbero fragili e poco omogenei. Non saranno tollerate stuccature, tasselli, rotture e scheggiature.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO
UNI 9724-2:1990 – 31/07/1990 – *Materiali lapidei. Determinazione della massa volumica apparente e del coefficiente di imbibizione.*
UNI 9724-4:1990 – 31/07/1990 – *Materiali lapidei. Confezionamento sezioni sottili e lucide*.
UNI 9724-6:1990 – 31/10/1990 – *Materiali lapidei. Determinazione della microdurezza Knoop.*
UNI 9724-8:1992 – 31/01/1992 – *Materiali lapidei. Determinazione del modulo elastico semplice (monoassiale).*

- *Calci, pozzolane, leganti idraulici, leganti idraulici speciali* e leganti sintetici. Modalità di fornitura e di conservazione

L'approvvigionamento dei leganti potrà essere effettuato sia ricorrendo al prodotto sfuso che a quello confezionato in sacchi sigillati su cui dovranno essere chiaramente indicati il peso, la qualità del legante, lo stabilimento di produzione, la quantità di acqua occorrente per il confezionamento di una malta normale e le resistenze minime a trazione ed a compressione dopo 28 gg. di stagionatura dei provini. L'introduzione in cantiere di ogni partita di cemento sfuso dovrà essere annotata sul giornale dei lavori o sul registro dei getti; la conservazione dei leganti dovrà essere effettuata in locali asciutti e su tavolati in legname approntati a cura dell'appaltatore; lo stoccaggio sarà, preferibilmente, effettuato in adeguati "silos".

Leganti tradizionali

Calci aeree – Le calci, ottenute dalla cottura di calcare, dovranno possedere caratteristiche d'impiego richieste dal R.D. n. 2231 del 1939 (G.U. 18.04.1940) che prende in considerazione i seguenti tipi di calce (**UNI 10319:1994 – 28/02/1994** – Calci aeree. Terminologia):
- calce grassa in zolle, cioè calce viva in pezzi, con contenuto di ossidi di calcio e magnesio non inferiore al 94% e resa in grassello non inferiore al 2,5%;
- calce magra in zolle o calce viva contenente meno del 94% di ossidi di calcio e magnesio e con resa in grassello non inferiore a 1,5%;
- calce idrata in polvere ottenuta dallo spegnimento della calce viva, si distingue: in fiore di calce quando il contenuto minimo degli idrossidi di calcio magnesio non è inferiore al 91%; calce idrata da costruzione quando il contenuto minimo degli idrossidi non è inferiore all'82%. In entrambi i tipi di calce idrata il contenuto massimo di carbonati e d'impurità non dovrà superare il 6% e l'umidità il 3%.

Per quanto riguarda la finezza dei granuli, la setacciatura dovrà essere praticata con vagli aventi fori di 0,18 mm e la parte trattenuta dal setaccio non dovrà superare l'1% nel caso del fiore di calce ed il 2% nella calce idrata da costruzione; se, invece, si utilizza un setaccio da 0,09 mm la parte trattenuta non dovrà essere superiore al 5% per il fiore di calce e del 15% per la calce idrata da costruzione. Quest'ultima dovrà essere confezionata con idonei imballaggi e conservata in locali ben asciutti. Nelle confezioni dovranno essere ben visibili le indicazioni del produttore, il peso del prodotto e la specifica se trattasi di fiore di calce o di calce idrata da costruzione.

Leganti idraulici
- I cementi e le calci idrauliche dovranno possedere le caratteristiche d'impiego stabilite dalla legge n. 595 del 26 maggio 1965 e del D.M. del 31 agosto 1972; invece, le norme relative all'accettazione e le modalità d'esecuzione delle prove d'idoneità e collaudo saranno regolate dal successivo D.M. del 3 giugno 1968 e dal D.M. 20.11.1984.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO
UNI EN 196-1:1996 – 30/09/1996 – *Metodi di prova dei cementi. Determinazione delle resistenze meccaniche.*

UNI EN 196-21:1991 – 31/07/1991 – *Metodi di prova dei cementi. Determinazione del contenuto di cloruri, anidride carbonica e alcali nel cemento.*
UNI EN 196-2:1996 – 30/09/1996 – *Metodi di prova dei cementi. Analisi chimica dei cementi.*
UNI EN 196-3:1996 – 30/09/1996 – *Metodi di prova dei cementi. Determinazione del tempo di presa e della stabilità.*
UNI EN 196-5:1996 – 30/09/1996 – *Metodi di prova dei cementi. Prova di pozzolanicità dei cementi pozzolanici.*
UNI EN 196-6:1991 – 31/07/1991 – *Metodi di prova dei cementi. Determinazione della finezza.*
UNI EN 196-7:1991 – 31/07/1991 – *Metodi di prova dei cementi. Metodi di prelievo e di campionatura del cemento.*
UNI EN 413-2:1996 – 31/10/1996 – *Cemento da muratura. Metodi di prova.*
UNI ENV 413-1:1996 – 31/10/1996 – *Cemento da muratura. Specifica.*

Pozzolane – Per quanto concerne le norme per l'accettazione delle pozzolane e dei materiali a comportamento pozzolanico si farà riferimento al R.D. 16.11.1939, n. 2230.

Gessi per l'edilizia – I gessi per l'edilizia, distinti in base alla loro destinazione (per muri, intonaci, pavimenti, ecc.) in base alla **UNI 6782**, avranno le caratteristiche fisiche (granulometria, resistenza) e chimiche (tenore solfato di calcio, contenuto d'impurità) fissate dalla norma **UNI 8377**. I gessi dovranno essere approvvigionati in sacchi sigillati riportanti il nominativo del produttore e la qualità del gesso contenuto. L'immagazzinaggio dovrà essere effettuato con tutti gli accorgimenti atti ad evitare il degrado per umidità.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO
UNI 8377:1982 – 31/12/1982 – *Leganti a base di solfato di calcio per edilizia. Gessi per intonaco (scagliola). Requisiti e prove.*

Leganti idraulici speciali

Cementi a presa rapida – Dovranno rispondere alle soprindicate norme sui cementi ed essere conservati al riparo dell'umidità; le modalità di posa in opera dovranno rispettare scrupolosamente le prescrizioni del produttore e gli sfridi, a presa avvenuta, essere portati a rifiuto.

Cementi privi di ritiro – Costituiti da cemento Portland, agenti espansivi (solfoalluminati di calcio) ed agenti stabilizzanti avranno le seguenti caratteristiche:
- assenza di ritiro sia in fase plastica che in fase d'indurimento (**UNI 6555–73**)
- consistenza (slump) compresa fra i valori di 14-20 cm
- assenza di acqua essudata (bleeding) **UNI 7122**
- buona lavorabilità e lungo mantenimento della stessa (**UNI 7123/72**)
- ottima capacità di adesione su diversi tipi di supporti (**UNI 10020/72**)
- resistenze meccaniche adeguate alla specifica applicazione (**UNI 6132/72, 6235/72, 6556**).

Verranno impiegati miscelandoli con l'esatto quantitativo d'acqua consigliato dal produttore e gli sfridi, una volta rappresi, dovranno essere trasportati a rifiuto.
L'appaltatore dovrà prestare particolare attenzione alla loro stagionatura umida ricorrendo alle modalità consigliate dal produttore.

Leganti sintetici

Resine – Le resine sono sostanze vetrose ed amorfe di tipo solido/liquido, prive di un punto di fusione netto che subiscono, tramite somministrazione di calore, una graduale diminuzione della loro viscosità. A base di polimeri organici in cui un gran numero di atomi sono uniti mediante legami chimici primari, vengono classificate relativamente al loro comportamento in termoplastiche e termoindurenti.
L'utilizzo di detti materiali, la provenienza, la preparazione, il peso dei singoli componenti e le modalità d'applicazione saranno concordati con la D.L. dietro la sorveglianza e l'autorizzazione degli argani preposti alla tutela del bene in oggetto.
In presenza di manufatti di particolare valore storico/artistico sarà vietato, salvo specifica disposizione degli elaborati di progetto, in assenza di analisi di laboratorio, di prove applicative o di specifiche garanzie da parte della ditta produttrice sull'effettiva irreversibilità dell'indurimento ed in mancanza di una comprovata compatibilità chimica, fisica e meccanica con i materiali edili preesistenti, utilizzare prodotti di sintesi chimica.
Le caratteristiche dei suddetti prodotti saranno conformi alle norme UNICHIM, mentre le analisi di laboratorio relative alle indagini preliminari per la scelta dei materiali saranno quelle stabilite dalle raccomandazioni NORMAL. In particolare le caratteristiche qualitative dei legami organici in base al loro impiego saranno le seguenti:
- perfetta adesione ai comuni materiali da costruzione ottenuta mediante la formazione di un sufficiente numero di gruppi polari capaci di stabilire legami fisici d'affinità con i costituenti sia minerali che organici dei materiali trattati;
- buona stabilità alla depolimerizzazione ed all'invecchiamento;
- elevata resistenza all'attacco chimico operato da acque, sostanze alcaline o da altri tipi di aggressivi chimici;
- limitatissimo ritiro in fase d'indurimento.

Resine epossidiche – Derivate dalla condensazione del bisfenolo A con epicloridrina, potranno essere del tipo solido o liquido. In combinazione con appositi indurenti amminici che ne caratterizzano il comportamento, potranno essere utilizzate anche miscele con cariche minerali, riempitivi, solventi ed addensanti, solo dietro approvazione del D.L., per lavori in cui sarà necessario sfruttare le loro elevatissime capacità adesive. Saranno vietati tutti i trattamenti superficiali che potrebbero sostanzialmente modificare l'originario effetto cromatico dei manufatti (**UNI 7097-72**). Le caratteristiche meccaniche, le modalità applicative e gli accorgimenti antinfortunistici sono regolati dalle norme UNICHIM Le caratteristiche richieste in relazione allo specifico utilizzo (+20C) sono le seguenti:

1) Formulati per impregnazione:

Punto d’infiammabilità	90°C
ritiro	0,10%
viscosità (a + b) mPa.s	150
pot life (minuti)	60
assorbimento	2%
punto Martens	35°C
resistenza a trazione (MPa)	50
resistenza a flessione (MPa)	50
resistenza a compressione (MPa)	70
modulo elastico a fless. (MPa)	1.000

2) Formulati per iniezione:

2a) per lesioni inferiori a mm 1,5:

Punto d’infiammabilità	90°C
ritiro	12%
viscosità (a + b) mPa.s	150-400
pot life (minuti)	30
assorbimento	2%
punto Martens	50°C
resistenza a trazione (MPa)	30
resistenza a flessione (MPa)	50
resistenza a compressione (MPa)	70
modulo elastico a fless. (MPa)	1.000-3.000

2b) per lesioni superiori a mm 1,5:

Punto d’infiammabilità	90°C
ritiro	12%
viscosità (a + b) mPa.s	3.500-4.000
pot life (minuti)	30
assorbimento	2%
punto Martens	50°C
resistenza a trazione (MPa)	50
resistenza a flessione (MPa)	50
resistenza a compressione (MPa)	70
modulo elastico a fless. (MPa)	3.000

3) Formulati per betoncini:

Punto d’infiammabilità	90°C
ritiro	0,10%
viscosità (a + b) mPa.s	7.000
pot life (minuti)	60
assorbimento	2%
punto Martens	35°C
resistenza a trazione (MPa)	30
resistenza a flessione (MPa)	30
resistenza a compressione (MPa)	90
modulo elastico a fless. (MPa)	17.000

4) Formulati per restauro strutture (cls):

Punto d’infiammabilità	90°C
ritiro	0,10%
viscosità (a + b) mPa.s	7.000
pot life (minuti)	30
assorbimento	2%
punto Martens	35°C
resistenza a trazione (MPa)	30
resistenza a flessione (MPa)	50
resistenza a compressione (MPa)	70
modulo elastico a fless. (MPa)	7 00

5) Formulati per incollaggi strutturali:

Punto d'infiammabilità	90°C
ritiro	0,10%
viscosità (a + b) mPa.s	8.000
pot life (minuti)	60
assorbimento	2%
punto Martens	40°C
resistenza a trazione (MPa)	80
resistenza a flessione (MPa)	50
resistenza a compressione (MPa)	80
modulo elastico a fless. (MPa)	1.000
adesione (MPa)	6

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

UNI 8701-11:1986 – 31/10/1986 – *Resine epossidiche. Metodi di prova. Determinazione del numero di ossidrile.*
UNI 8701-12:1985 – 31/01/1985 – *Resine epossidiche. Metodo di prova. Determinazione del cloro inorganico.*
UNI 8701-14:1986 – 31/10/1986 – *Resine epossidiche. Metodi di prova. Determinazione del numero amminico negli induritori per resine epossidiche.*
UNI 8701-15:1986 – 31/10/1986 – *Resine epossidiche. Metodi di prova. Determinazione del contenuto di anidride e di acido negli induritori per resine epossidiche.*
UNI 8701-1:1986 – 31/10/1986 – *Resine epossidiche. Metodi di prova. Determinazione della viscosità mediante il viscosimetro di Holde– Ubbelohde.*
UNI 8701-2:1986 – 31/10/1986 – *Resine epossidiche. Metodi di prova. Determinazione della viscosità mediante il viscosimetro di Hoppler.*
UNI 8701-3:1986 – 31/10/1986 – *Resine epossidiche. Metodi di prova. Determinazione della viscosità mediante viscosimetri rotazionali.*
UNI 8701-4:1986 – 31/10/1986 – *Resine epossidiche. Metodi di prova. Determinazione del punto di rammollimento mediante il metodo di Durrans.*
UNI 8701-5:1986 – 31/10/1986 – *Resine epossidiche. Metodi di prova. Determinazione del residuo secco di soluzioni di resine epossidiche.*
UNI 8701-6:1985 – 31/01/1985 – *Resine epossidiche. Metodi di prova. Determinazione della curva di esotermia e della temperatura massima raggiunta nell'indurimento di sistemi epossidici in condizioni pseudoadiabatiche.*
UNI 8701-7:1985 – 31/01/1985 – *Resine epossidiche. Metodi di prova. Determinazione del tempo di gelo di sistemi epossidici indurenti a caldo.*
UNI 8701-8:1985 – 31/01/1985 – *Resine epossidiche. Metodi di prova. Determinazione del tempo di gelo di sistemi epossidici indurenti a temperatura ambiente.*

Resine poliesteri – Derivate dalla reazione di policondensazione dei glicoli con gli acidi polibasici e le loro anidridi, potranno essere usate sia come semplici polimeri liquidi sia in combinazione con fibre di vetro, di cotone o sintetiche o con calcari, gesso, cementi e sabbie.
Anche per le resine poliesteri valgono le stesse precauzioni, divieti e modalità d'uso enunciati a proposito delle resine epossidiche.
Le loro caratteristiche meccaniche, le modalità d'applicazione e gli accorgimenti antinfortunistici sono regolati dalle norme UNICHIM

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

UNI 10154:1993 – 31/01/1993 – *Prodotti vernicianti. Stabilità in barattolo dei poliesteri tixotropizzati per legno e supporti legnosi a diverse temperature (codice ICS: 87.040).*
UNI 8306:1981 – 31/10/1981 – *Prodotti vernicianti. Determinazione del residuo secco dei prodotti vernicianti poliesteri per legno e sopporti legnosi (codice ICS: 87.040).*
UNI EN ISO 3521:2001 – 31/07/2001 – *Materie plastiche – Resine epossidiche e poliesteri insaturi – Determinazione del ritiro volumetrico globale (codice ICS: 83.080.10).*
UNI EN ISO 584:2000 – 31/05/2000 – *Materie plastiche – Resine poliesteri insature – Determinazione della reattività ad 80°C (Metodo convenzionale) (codice ICS: 83.080.01).*

- Laterizi

I laterizi da impiegare per i lavori di qualsiasi genere, dovranno corrispondere alle norme per l'accettazione di cui al R.D. 16.11.1939, n. 2233, e decreto ministeriale 27.07.1985 all. 7, ed alle norme UNI vigenti.
I mattoni pieni per uso corrente dovranno essere parallelepipedi, di lunghezza doppia della larghezza (salvo diverse proporzioni dipendenti dall'uso locale), di modello costante, presentare, sia all'asciutto che dopo prolungata immersione nell'acqua, una resistenza alla compressione non inferiore a quella indicata dalla normativa **UNI 5632–65**.

I mattoni forati, le volterrane ed i tavelloni dovranno pure presentare una resistenza alla compressione di almeno kg 16 per centimetro quadrato di superficie totale premuta (**UNI 5631-65; 2105-07**).
Le tegole piane o curve, di qualunque tipo siano, dovranno essere esattamente adattabili le une sulle altre, senza sbavature e presentare tinta uniforme; appoggiate su due regoli posti a mm 20 dai bordi estremi dei due lati più corti, dovranno sopportare, sia un carico concentrato nel mezzo gradualmente crescente fino a kg 120, sia l'urto di una palla di ghisa del peso di kg 1 cadente dall'altezza di cm 20. Sotto un carico di mm 50 d'acqua mantenuta per 24 ore le tegole devono risultare impermeabili (**UNI 2619-20–21-22**).
Le tegole piane infine non devono presentare difetto alcuno nel nasello.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO
UNI 8635-16:1986 – 31/10/1986 – *Edilizia. Prove dei prodotti per coperture discontinue. Determinazioni delle inclusioni calcaree nei prodotti di laterizio.*
UNI 8942-1:1986 – 30/11/1986 – *Prodotti di laterizio per murature. Terminologia e sistema di classificazione.*
UNI 8942-2:1986 – 30/11/1986 – *Prodotti di laterizio per murature. Limiti di accettazione.*
UNI 8942-3:1986 – 30/11/1986 – *Prodotti di laterizio per murature. Metodi di prova.*
UNI 9730-1:1990 – 31/10/1990 – *Elementi di laterizio per solai. Terminologia e classificazione.*
UNI 9730-2:1990 – 31/10/1990 – *Elementi di laterizio per solai. Limiti di accettazione.*
UNI 9730-3:1990 – 31/10/1990 – *Elementi di laterizio per solai. Metodi di prova.*
UNI EN 1024:1998 – 30/11/1998 – *Tegole di laterizio per coperture discontinue – Determinazione delle caratteristiche geometriche.*
UNI EN 1304:2000 – 31/10/2000 – *Tegole di laterizio per coperture discontinue – Definizioni e specifiche di prodotto.*
UNI EN 538:1997 – 31/05/1997 – *Tegole di laterizio per coperture discontinue. Prova di resistenza alla flessione.*
UNI EN 539-1:1997 – 31/05/1997 – *Tegole di laterizio per coperture discontinue. Determinazione delle caratteristiche fisiche – Prova di impermeabilità.*
UNI EN 539-2:2000 – 31/03/2000 – *Tegole di laterizio per coperture discontinue – Determinazione delle caratteristiche fisiche – Prova di resistenza al gelo.*
UNI EN 772-11:2001 – 30/09/2001 – *Metodi di prova per elementi di muratura – Determinazione dell'assorbimento d'acqua degli elementi di muratura di calcestruzzo, di materiale lapideo agglomerato e naturale dovuta alla capillarità ed al tasso iniziale di assorbimento d'acqua degli elementi di muratura di laterizio.*
UNI EN 772-3:2000 – 31/12/2000 – *Metodi di prova per elementi di muratura – Determinazione del volume netto e della percentuale dei vuoti degli elementi di muratura di laterizio mediante pesatura idrostatica.*
UNI EN 772-7:2000 – 31/12/2000 – *Metodi di prova per elementi di muratura – Determinazione dell'assorbimento d'acqua di strati impermeabili all'umidità di elementi di muratura di laterizio mediante bollitura in acqua.*

- Materiali ferrosi e metalli vari

MODALITÀ DI ACCETTAZIONE
I prodotti saranno valutati al momento della fornitura; la direzione dei lavori ai fini della loro accettazione può procedere a controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure chiedere un attestato di conformità. In caso di contestazione i metodi di campionamento e di prova delle caratteristiche di cui sopra sono quelli stabiliti dalle norme UNI ed in mancanza di queste ultime, quelli descritti nella letteratura tecnica (primariamente norme internazionali od estere).
a) Materiali ferrosi – I materiali ferrosi da impiegare nei lavori dovranno essere esenti da scorie, soffiature, sbrecciature, paglie o da qualsiasi altro difetto di fusione, laminazione, trafilature, fucinatura e simili. Essi dovranno rispondere a tutte le condizioni previste dal R.D. 15.07.1925 e dalle norme UNI vigenti e presentare inoltre, seconda della loro quantità, i seguenti requisiti:
1. *Ferro* – Il ferro comune dovrà essere di prima qualità, eminentemente duttile e tenace e di marcatissima struttura fibrosa. Esso dovrà essere malleabile, liscio alla superficie esterna, privo di screpolature, senza saldature aperte, e senza altre soluzioni di continuità.
2. *Acciaio trafilato o laminato* – Tale acciaio, nella varietà dolce (cosiddetto ferro omogeneo), semiduro e duro, dovrà essere privo di difetti, di screpolature, di bruciature e di altre soluzioni di continuità. In particolare, per la prima varietà sono richieste perfetta malleabilità e lavorabilità a freddo e a caldo, senza che ne derivino screpolature o alterazioni; esso dovrà essere altresì saldabile e non suscettibile di prendere la tempera; alla rottura dovrà presentare struttura lucente e finemente granulare (**UNI 7070/72**).
3. *Acciaio per strutture in cemento armato* – L'acciaio per cemento armato sia esso liscio o ad aderenza migliorata dovrà essere rispondente alle caratteristiche richieste dal D.M. 27.07.85, dagli allegati 4, 5, 6 e dalle successive modifiche ed integrazioni. Dovrà essere privo di difetti ed inquinamenti che ne pregiudichino l'impiego o l'aderenza ai conglomerati (**UNI 6407/69**).

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO
CNR UNI 10020:1971 – 01/01/1971 – *Prova di aderenza su barre di acciaio ad aderenza migliorata*.
UNI 10622:1997 – 30/04/1997 – *Barre e vergella (rotoli) di acciaio d'armatura per cemento armato, zincati a caldo.*
UNI ENV 10080:1997 – 31/05/1997 – *Acciaio per cemento armato. Armature per cemento armato saldabili nervate B500. Condizioni tecniche di fornitura per barre, rotoli e reti saldate.*
UNI ISO 10065:1994 – 31/01/1994 – *Barre di acciaio per l'armatura del calcestruzzo. Prova di piegamento e raddrizzamento.*

4. *Reti in acciaio elettrosaldato* – Le reti di tipo normale dovranno avere diametri compresi fra 4 e 12 mm e, se previsto, essere zincate in opera; le reti di tipo inossidabile dovranno essere ricoperte da più strati di zinco (circa 250 gr/mq) perfettamente aderenti alla rete; le reti laminate normali o zincate avranno un carico allo sfilamento non inferiore a 30-35 kg/mmq. Tutte le reti elettrosaldate da utilizzare in strutture di cemento armato avranno le caratteristiche richieste dal citato D.M. 27.07.85.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO
UNI 8926:1986 – 01/12/1986 – *Fili di acciaio destinati alla fabbricazione di reti e tralicci elettrosaldati per cemento armato strutturale.*
UNI 8927:1986 – 01/12/1986 – *Reti e tralicci elettrosaldati di acciaio per cemento armato strutturale.*
UNI ISO 10287:1995 – 31/01/1995 – *Acciaio per calcestruzzo armato. Determinazione della resistenza dei nodi delle reti saldate.*

5. *Acciaio inox* – Gli acciai inox per armatura di cemento armato ad aderenza migliorata dovranno corrispondere per analisi chimica alle norme AISI 304L e 316L (cioè ai rispettivi tipi al Cr-Ni e Cr-Ni-Mo), entrambi a basso contenuto di carbonio per garantire la saldabilità.
   Le caratteristiche meccaniche dovranno corrispondere ai requisiti stabiliti da D.M. 9.01.96 "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle opere in cemento armato normale e precompresso e per strutture metalliche" e relativa circolare esplicativa (G.U. n. 29 del 5.02.96 e G.U. n. 277 del 26.11.96) emanate in applicazione dell'art. 21 della legge 5.11.1971 n. 1086. Il tipo di acciaio a cui si fa riferimento per le caratteristiche meccaniche è l'FeB44K.
   Le modalità di prelievo e le unità di collaudo di tale acciaio seguono le medesime prescrizioni previste per gli acciai comuni per armature in c.a.
   Il peso dell'acciaio inossidabile ad aderenza migliorata ad elevato limite elastico verrà determinato moltiplicando lo sviluppo lineare dell'elemento per il peso unitario del tondino di sezione nominale corrispondente determinato in base al peso specifico di 7,95 kg/dm^2 per il tipo AISI 304L e di 8,00 kg/dm^2 per il tipo 316L.
6. *Acciaio fuso in getti* – L'acciaio in getti per cuscinetti, cerniere, rulli e per qualsiasi altro lavoro, dovrà essere di prima qualità, esente da soffiature e da qualsiasi altro difetto.
7. *Ghisa* – La ghisa dovrà essere di prima qualità e di seconda fusione, dolce, tenace, leggermente malleabile, facilmente lavorabile con la lima e con lo scalpello; di fattura grigia a grana fine e perfettamente omogenea, esente da screpolature, vene, bolle, sbavature, asperità ed altri difetti capaci di menomare le resistenza. Dovrà essere inoltre perfettamente modellata. E assolutamente escluso l'impiego di ghisa fosforosa.
8. *Titanio* – Il titanio e le sue leghe risponderanno, per le loro caratteristiche tecnologiche alle normative di riferimento dei paesi produttori: le norme ASTM B265-89, B348-83 che identificano in ordine crescente le caratteristiche meccaniche in gradi da 1 a 4; il grado 5 identifica la lega contenente il 6% di alluminio ed il 4% di vanadio (Ti 6Al 4V); le norme GOST 19807-91, 22178-76, 23775-79, 26492-85,22897-86 identificano il titanio puro con la sigla BT 1-00 e BT 1-0; la lega Ti 6Al 4V viene identificata dalla sigla BT 6/BT6 C.
   Agli elementi in titanio, in relazione agli utilizzi come elementi strutturali sono richieste le seguenti caratteristiche:
   – elevata resistenza meccanica rapportata ad una bassa densità (a 20° 4,51 kg/dm^3)
   – elevatissima resistenza alla corrosione in ambienti aggressivi
   – elevata leggerezza – Il basso peso specifico del titanio (4,5 g/cm^3) permette di realizzare, a parità di resistenza meccanica, prodotti più leggeri rispetto a quelli ottenuti con altri materiali;
   – elevata temperatura di fusione (1668°C);
   – basso modulo elastico (10.000 kg/mm^3);
   – basso coefficiente di conducibilità termica;
   – basso coefficiente di dilatazione termica.

CONFORMEMENTE ALLE NORME
UNI 10221:1993 – 30/09/1993 – *Titanio. Lingotti e semilavorati in titanio non legato e leghe di titanio. Composizione chimica.*
UNI 10258:1993 – 30/09/1993 – *Titanio. Nastri, piastre, lamiere di titanio non legato e leghe di titanio. Generalità, caratteristiche e tolleranze.*
UNI 10363:1994 – 31/03/1994 – *Titanio. Tubi saldati e senza saldatura di titanio non legato e leghe di titanio per impieghi industriali.*
UNI 10450:1995 – 30/04/1995 – *Titanio. Barre di titanio non legato e leghe di titanio. Generalità, caratteristiche e tolleranze.*

b) Metalli vari – Il piombo (**UNI 3165, 6450, 7043**), lo zinco (**UNI 2013 e 2014/74**), lo stagno (**UNI 3271 e 5539**), il rame (**UNI 5649**) l'alluminio (**UNI C.D.U. 669/71**) l'alluminio anodizzato (**UNI 4222/66**) e tutti gli altri metalli o leghe metalliche da impiegare nelle costruzioni devono essere delle migliori qualità, ben fusi o laminati a seconda della specie di lavori a cui sono destinati, e scevri da ogni impurità o difetto che ne vizi la forma, o ne alteri la resistenza o la durata.

- Legnami

I legnami da impegnare in opere stabili o provvisorie, di qualunque essenza esse siano dovranno rispondere a tutte le prescrizioni di cui al D.M 30 ottobre 1912 ed alle norme UNI vigenti, saranno provveduti fra le più scelte qualità della categoria prescritta e non presenteranno difetti incompatibili con l'uso a cui sono destinati. (**UNI 8198 – UNI ENV**

1995-1-1 (EUROCODICE 5):1995 – 28/02/1995 – eurocodice 5. *Progettazione delle strutture di legno. Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici*).
I legnami destinati alla costruzione degli infissi dovranno essere di prima scelta, di struttura e fibra compatta e resistente, non deteriorata, perfettamente sana, dritta e priva di spaccature sia in senso radicale che circolare. Essi dovranno essere perfettamente stagionati, a meno che non siano stati essiccati artificialmente, presentare colore e venatura uniforme, essere privi di alburno ed esenti da nodi, cipollature, buchi, od altri difetti (UNI per porte 2997/99, 3000/04, 3193/3209; per finestre 2817/30, 2972/93, persiane e cassonetti 2825/33 2990/94). Il tavolame dovrà essere ricavato dalle travi più dritte, affinché le fibre non riescano mozze dalla sega e si ritirino nelle connessure.
I legnami rotondi o pali dovranno provenire dal tronco dell'albero e non dai rami, dovranno essere sufficientemente diritti, in modo che la congiungente i centri delle due basi non debba uscire in alcun punto dal palo, dovranno essere scortecciati per tutta la loro lunghezza e conguagliati alla superficie; la differenza fra i diametri medi dalle estremità non dovrà oltrepassare i 15 millesimi della lunghezza né il quarto del maggiore dei 2 diametri.
Nei legnami grossolanamente squadrati ed a spigolo smussato, tutte le facce dovranno essere spianate e senza scarniture, tollerandosene l'alburno o lo smusso in misura non maggiore di un sesto del lato della sezione trasversale.
I legnami a spigolo vivo dovranno essere lavorati e squadrati a sega con le diverse facce esattamente spianate, senza rientranze o risalti, e con gli spigoli tirati a filo vivo, senza alburno né smussi di sorta. I pannelli in fibre di legno saranno uniformi alla UNI 2088/89 e 5062 P, i pannelli in particellato di legno alla **UNI 4866/67** e le lastre di agglomerato ligneo alla **UNI 2087**.
I legnami per pavimentazione siano essi listoni (**UNI 4773**) che tavolette (**UNI 4374**) dovranno essere perfettamente stagionati, ben piallati, privi di nodi, fenditure, tarlature ed altri difetti che ne alterino l'aspetto, la durata e la possibilità di montarli a perfetta regola d'arte.

- Legno lamellare

Il legno lamellare, proveniente dalle migliori zone di accrescimento del nord Europa e disponibile sotto forma di travi, di pannelli multistrati o di sezioni sagomate di varia natura, sarà fornito in opera, conformemente alle seguenti norme:

UNI EN 1193:1999 – 31/10/1999 – *Strutture di legno – Legno strutturale e legno lamellare incollato – Determinazione della resistenza a taglio e delle proprietà meccaniche perpendicolari alla fibratura.*
UNI EN 1194:2000 – 31/10/2000 – *Strutture di legno – Legno lamellare incollato – Classi di resistenza e determinazione dei valori caratteristici.*
UNI EN 386:1997 – 31/03/1997 – *Legno lamellare incollato. Requisiti prestazionali e requisiti minimi di produzione.*
UNI EN 390:1997 – 31/03/1997 – *Legno lamellare incollato. Dimensioni. Scostamenti ammissibili.*
UNI EN 408:1997 – 30/04/1997 – *Strutture di legno. Legno massiccio e legno lamellare incollato. Determinazione di alcune proprietà fisiche e meccaniche.*

Ogni pezzatura dovrà essere selezionata qualitativamente e dimensionalmente, perfettamente essiccata, intestata, giuntata di testa e piallata sulle quattro facce, formando le lamelle nelle misure richieste dagli elaborati di progetto. Le lamelle, prodotte per incollaggio in pressa idraulica tramite colle alla Resorcina formaldeide o all'Urea, dovranno essere del tipo impregnato con sostanze atte a garantire l'assoluta inattaccabilità da parte di insetti, funghi, agenti atmosferici e chimici. Le strutture portanti, grazie all'elevata coibenza termica, dovranno essere in grado di evitare la formazione di ponti termici e di eliminare fenomeni di condensa.
Caratteristiche tecniche richieste al legno lamellare:
– Resinose europee di I^{a} e II^{a} scelta.
– Giunzioni a pettine (Glulam 2^{a} parte)
– Colle alla Resorcina formaldeide o all'Urea secondo F.MP.A. (DIN 68141)
– Pressione incollaggio: 8 kg/cm^2
– Ambiente incollaggio: t. 18°C e umidità controllata
– Trattamenti antimuffa, fungicida, antiparassitario.
– Resistenza al fuoco: classe 30/120
– Peso specifico: 500 kg/m^2
– Rapporto altezza /base: ≤ 10
– Resistenza alla compressione (140 kg/cm^2).

MODALITÀ DI PROVA, DI CONTROLLO E DI COLLAUDO
UNI EN 383:1994 – 31/07/1994 – *Strutture di legno. Metodi di prova. Determinazione della resistenza al rifollamento e dei moduli locali di rigidezza per elementi di collegamento di forma cilindrica.*
UNI EN 391:1997 – 30/06/1997 – *Legno lamellare incollato. Prova di delaminazione delle superfici di incollaggio. (codice ICS: 79.080 79.040).*
UNI EN 392:1997 – 31/03/1997 – *Legno lamellare incollato. Prova di resistenza a taglio delle superfici di incollaggio. (codice ICS: 79.080 79.040).*
UNI ENV 387:2000 – 30/06/2000 – *Legno lamellare incollato – Giunti a dita a tutta sezione – Requisiti prestazionali e requisiti minimi di produzione (codice ICS: 79.060.99).*

- Materiali per pavimentazioni e rivestimenti

Le pianelle di argilla, le mattonelle e le marmette di cemento, le mattonelle greificate, le lastre e i quadrelli di marmo, le granaglie e tutti gli inerti per pavimentazioni a getto, dovranno corrispondere oltre che alle specifiche prescrizioni

relative ai materiali di appartenenza, anche, alle norme di accettazione di cui al regio decreto del 16 novembre 1939 n. 2234; i prodotti ceramici per pavimentazione e rivestimenti saranno conformi alle rispettive norme UNI (**UNI 7999:1979 – 31/12/1979** – *Edilizia. Pavimentazioni. Analisi dei requisiti.*).

MODALITÀ DI ACCETTAZIONE

I prodotti saranno valutati al momento della fornitura; la direzione dei lavori ai fini della loro accettazione può procedere a controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure chiedere un attestato di conformità. In caso di contestazione i metodi di campionamento e di prova delle caratteristiche di cui sopra sono quelli stabiliti dalle norme UNI ed in mancanza di queste ultime, quelli descritti nella letteratura tecnica (primariamente norme internazionali od estere).

In dettaglio le pavimentazioni avranno le seguenti caratteristiche.

a) Granaglie per pavimenti alla veneziana – La graniglia di marmo o di altre pietre idonee dovrà corrispondere, per tipo e granulosità, ai campioni di pavimento prescelti e risultare perfettamente scevra di impurità.

b) Pezzami per pavimenti a bollettonato – Il pezzame di marmo o di altre pietre idonee dovranno essere costituiti da elementi, dello spessore da 2 a 3 cm di forma e dimensioni opportune secondo i campioni prescelti.

c) Prodotti a pasta porosa, laterizi e terrecotte – Dovranno avere una buona massa volumica (1.800 – 1.900 kg/mq), essere ben cotti, di tinta forte ed omogenea, formati da argille prive di composti idrosolubili (che provocano formazioni di sali dopo la posa) e presentare buone resistenze alla compressione ed all'usura. Saranno forniti nelle forme, colori e dimensioni richieste dalla D.L.
Le caratteristiche tecniche richieste saranno le seguenti:
– resistenza a compressione (kg/cmq) 400
– resistenza a flessione (kg/cmq) 40
– porosità 5%.

d) Pietrini e mattonelle di terracotta greificata – Le mattonelle e i pietrini saranno di prima scelta, greificati per tutto l'intero spessore, inattaccabili dagli agenti chimici e meccanici, di forme esattamente regolari, a spigoli vivi, a superficie piana. Sottoposte ad un esperimento di assorbimento, mediante gocce d'inchiostro, queste non dovranno essere assorbite neanche in minima misura. Le mattonelle saranno fornite nella forma, colore e dimensione che saranno richieste dalla direzione dei lavori. Le caratteristiche tecniche richieste saranno le seguenti:
– assorbimento d'acqua < 15%
– resistenza a flessione (kg/cmq) > 150
– tolleranza dimensionale (mm) + 0, 5/ – 1.

e) Mattonelle, marmette e pietrini di cemento – Dovranno essere di ottima fattura, ed assicurare una buona resistenza a compressione ed all'usura, essere stagionati da almeno tre mesi, ben calibrati, a bordi sani e piani; non dovranno presentare né carie, né impurità, né tendenza al distacco tra il sottofondo e lo strato superiore (UNI da 2623 a 2629). La colorazione del cemento dovrà essere fatta con colori adatti, amalgamati, uniformi.
Le mattonelle, di spessore complessivo non inferiore a mm 25, avranno uno strato superficiale di assoluto cemento colorato, di spessore costante non inferiore a mm 7.
Le marmette avranno anch'esse una spessore complessivo di mm 25 con strato superficiale di spessore costante non inferiore a mm 7 costituito da un impasto di cemento, sabbia e scaglie di marmo. I pietrini avranno uno spessore complessivo non inferiore a mm 30 con lo strato superficiale di assoluto cemento di spessore non inferiore a mm 8; la superficie dei pietrini sarà liscia, bugnata o scanalata secondo il disegno che sarà prescritto.

f) Prodotti ceramici a pasta compatta UNI 10739 Beni culturali "Tecnologia ceramica Termini e definizioni" (grès, grès ceramico, monocotture, bicotture, clinker, ceramiche e porcellane) – Dovranno essere approvvigionati in cantiere nelle loro confezioni originali e nell'imballo dovrà essere leggibile il nome del produttore, la scelta commerciale, il calibro ed il colore; dovranno essere di prima scelta e risultare conformi per dimensione, forma e calibro a quanto prescritto ed essere omogenei, per l'intera fornitura, nel calibro e nella tinta (UNI EN 163).
Lo strato antiusura, ottenuto per smaltatura o vetrificatura, dovrà possedere le caratteristiche di impermeabilità, durezza e di resistenza chimica o meccanica richieste dallo specifico utilizzo (interno o esterno, traffico pesante o leggero, contatto con sostanze aggressive ecc.). Ove richiesto, verranno approvvigionate complete di pezzi speciali, jolly e bordi.
Le caratteristiche richieste, in relazione alle norme UNI EN, saranno le seguenti:
– resistenza all'abrasione profonda (EN 102) < 205 mmq
– assorbimento d'acqua (EN 99) < 0,5%
– resistenza al gelo (EN 202) assenza di rotture
– resistenza all'attacco chimico (EN 106) assenza di alterazioni
– resistenza alla flessione (EN 100) < 27 N/mmq
– durezza superficiale scala Mohs (EN 101) > 6.

g) Materiali resilienti in formelle – Dovranno rispondere alle norme vigenti, presentare superficie (liscia o a rilievo) con tinta omogenea, priva di discontinuità, macchie e screpolature. Salvo che nei casi di pavimentazioni da sovrapporsi ad altre esistenti, gli spessori per utilizzi civili non dovranno essere inferiori ai mm 2, 5 per il linoleum, ai 3 mm per le gomme lisce con attacco a tela, ai 4 mm per gomme lisce con attacco a peduncoli ed ai 10 mm per gomme rigate o a bolle ed attacco a sottoquadri, con una tolleranza non inferiore al 3%. In ogni caso gli spessori saranno proporzionati alla specifica destinazione d'uso (abitazione, ufficio, magazzino) ed al traffico (leggero, medio, pesante). Per qualsiasi spessore e tipo le caratteristiche richieste saranno le seguenti:
– durezza Shore A 85 +/– 5%
– perdita di durezza per invecchiamento < 5%

– assorbimento acqua per immersione < 3%.

h) Pavimentazione formate in sito con resina epossidica – La realizzazione di rivestimenti per pavimentazioni in resina (per impregnazione, o spatolatura) sarà effettuata, per quanto applicabile, conformemente alla normativa AIPER. Il supporto su cui applicare il rivestimento (strato portante) dovrà in ogni caso presentarsi, perfettamente asciutto, ben lisciato, privo di materiali friabili, provvisto di giunti e, ove occorre, dotato di barriera al vapore. Lo strato di rivestimento in resina epossidica, oltre a risultare impermeabile, antiscivolo, ben aderente al sottofondo e resistente agli urti dovrà avere, relativamente all'utilizzo, le seguenti caratteristiche:
– resistenza a compressione (kg/cmq) 500 – 600
– resistenza a flessotrazione (kg/cmq) 180 – 200
– resistenza all'abrasione TABER (mmg) > 15
– adesione al sottofondo (kg/cmq) > 25.

- Materiali e componenti di partizioni interne

I materiali richiesti per la realizzazione di partizioni interne (tramezze o tavolati) dovranno avere, qualunque sia la loro natura e dimensione, i requisiti richiesti dalla norma **UNI 8087**; in particolare saranno resistenti agli urti (**UNI 8201**), ai carichi sospesi (**UNI 8236**) e resistenti al fuoco (**UNI 8456/57**) come prescritto dai D.M. 26.06.84 e 14.01.85; avranno inoltre le caratteristiche di isolamento acustico.

- Colori e vernici

Generalità – L'appaltatore dovrà utilizzare esclusivamente colori e vernici di recente produzione, provenienti da recipienti sigillati, recanti il nome del produttore, il tipo, la qualità, le modalità d'uso e la data di scadenza. Dovrà aprire i recipienti in presenza della D.L. che avrà l'obbligo di controllarne il contenuto.
I prodotti vernicianti dovranno risultare esenti da fenomeni di sedimentazione, di addensamento o da qualsiasi altro difetto, assolvere le funzioni di protezione e di decorazione, impedire il degrado del supporto proteggendolo dagli agenti atmosferici, dall'inquinamento, dagli attacchi dei microrganismi, conferire alle superfici l'aspetto stabilito dagli elaboratori di progetto ed, infine, mantenere tali proprietà nel tempo.
Le loro caratteristiche saranno quelle stabilite dalle norme **UNI 4656** contrassegnate dalla sigla UNI/EDL dal n. 8752 al n. 8758 e le prove tecnologiche, che dovranno essere effettuate prima dell'applicazione, saranno regolate dalle norme UNICHIM MU. (1984) n. 443-45, 465-66, 517, 524-25, 562-63, 566, 570-71 583, 591, 599, 602, 609-11, 619.
Le cariche e i pigmenti contenuti nei prodotti vernicianti dovranno colorare in modo omogeneo il supporto, livellarne le irregolarità, proteggerlo dagli agenti corrosivi e conferirgli l'effetto cromatico richiesto.
L'appaltatore dovrà impiegare solventi e diluenti consigliati dal produttore delle vernici o richieste dalla D.L. che dovranno possedere le caratteristiche stabilite dalle norme UNICHIM, foglio d'informazione n. 1-1972. Il rapporto di diluizione (tranne che per i prodotti pronti all'uso) sarà fissato in concordanza con la D.L.
I leganti dovranno essere formati da sostanze (chimiche o minerali) atte ad assicurare ai prodotti vernicianti le caratteristiche stabilite, in base alla classe di appartenenza, dalle norme UNI.

MODALITÀ DI ACCETTAZIONE

I prodotti saranno valutati al momento della fornitura; la direzione dei lavori ai fini della loro accettazione può procedere a controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure chiedere un attestato di conformità. In caso di contestazione i metodi di campionamento e di prova delle caratteristiche di cui sopra sono quelli stabiliti dalle norme UNI ed in mancanza di queste ultime, quelli descritti nella letteratura tecnica (primariamente norme internazionali od estere.
In presenza di manufatti di particolare valore storico/artistico, sarà fatto divieto all'appaltatore di utilizzare prodotti a base di resine sintetiche senza una precedente specifica autorizzazione della D.L. o degli organi preposti alla tutela del bene in oggetto.
Per i prodotti di comune impiego, si osserveranno le seguenti prescrizioni:

a) Olio di lino cotto – L'olio di lino cotto sarà ben depurato, di colore assai chiaro e perfettamente limpido, di odore forte ed amarissimo al gusto, scevro da adulterazioni con oli minerali, olio di pesce, ecc. Non dovrà lasciare alcun deposito né essere rancido, e disteso sopra una lastra di vetro o di metallo dovrà essiccare completamente nell'intervallo di 24 ore. Avrà acidità nella misura del 7%, impurità non superiore al 1% ed alla temperatura di 15°C presenterà una densità compresa fra 0,91 e 0,93.

b) Acquaragia (essenza di trementina) – Dovrà essere limpida, incolore, di odore gradevole e volatile. La sua densità a 15°C sarà di 0, 87.

c) Biacca – La biacca o cerussa (carbonato basico di piombo) deve essere pura, senza miscela di sorta e priva d i qualsiasi traccia di solfato di bario.

d) Bianco di zinco – Il bianco di zinco dovrà essere in polvere finissima, bianca, costituita da ossido di zinco e non dovrà contenere più del 4% di sali di piombo allo stato di solfato, né più dell'1% di altre impurità; l'umidità non deve superare il 3%.

e) Minio – Sia di piombo (sesquiossido di piombo) che di alluminio (ossido di alluminio) dovrà essere costituito da polvere finissima e non contenere colori derivati dall'anilina, né oltre il 10% di sostanze (solfato di bario, ecc.).

f) Latte di calce – Il latte di calce sarà preparato con calce grassa, perfettamente bianca, spenta per immersione. Vi si potrà aggiungere le quantità di nero fumo strettamente necessaria per evitare la tinta giallastra.

g) Colori all'acqua, a colla o ad olio – Le terre coloranti destinate alle tinte all'acqua, a colla o ad olio, saranno finemente macinate e prive di sostanze eterogenee e dovranno venire perfettamente incorporate nell'acqua, nelle colle e negli oli, ma non per infusione. Potranno essere richieste in qualunque tonalità esistente.

h) Vernici – Le vernici che si impiegheranno per gli interni saranno a base di essenza di trementina e gomme pure e di qualità scelte; disciolte nell'olio di lino dovranno presentare una superficie brillante.

È escluso l'impiego di gomme prodotte da distillazione.

i) Encaustici – Gli encaustici potranno essere all'acqua o all'essenza, secondo le disposizioni della direzione lavori. La cera gialla dovrà risultare perfettamente disciolta, a seconda dell'encaustico adottato, o nell'acqua calda alla quale sarà aggiunto del sale di tartaro, o nell'essenza di trementina.

l) Idropitture – Per idropitture s'intendono non solo le pitture a calce, ma anche i prodotti vernicianti che utilizzano come solvente l'acqua.

L'appaltatore dovrà fare riferimento alle regolamentazioni delle norme UNICHIM e più specificatamente alla 14/1969 (*prova di adesività*), alla 175/1969 (*prova di resistenza agli alcali*) e alla 168/1969 (*prova di lavabilità*).

Tempere – Composte da sospensioni acquose di pigmenti, cariche e leganti a base di colle naturali o sintetiche, dovranno avere buone capacità coprenti, risultare ritinteggiabili e, se richiesto, essere fornite in confezioni sigillate già pronte all'uso.

Pitture cementizie – Composte da cementi bianchi, pigmenti colorati ed additivi chimici in polvere, dovranno essere preparate secondo le modalità consigliate dal produttore in piccoli quantitativi da utilizzare rapidamente prima che intervenga la fase d'indurimento.

Una volta indurite, sarà vietato all'appaltatore di diluire in acqua allo scopo di poterle nuovamente utilizzare.

Idropitture in emulsione – Sono costituite da emulsioni acquose di resine sintetiche, pigmenti e particolari sostanze plastificanti. Se verranno utilizzate su superfici eterne, non solo dovranno possedere una spiccata resistenza all'attacco fisico/chimico operato dagli agenti inquinanti, ma anche produrre una colorazione uniforme.

Il loro impiego su manufatti di particolare valore storico/artistico sarà subordinato all'esplicita approvazione della D.L. e degli organi preposti alla tutela del bene in oggetto.

m) Pitture ai silicati – Sono costituite da un legante a base di silicato di potassio, di silicato di sodio o da una miscela dei due e da pigmenti esclusivamente inorganici (ossidi di ferro). Il loro processo di essiccazione si svilupperà dapprima attraverso una fase fisica di evaporazione e, successivamente, attraverso una chimica in cui si verificherà un assorbimento d'acqua dall'ambiente circostante che produrrà reazioni all'interno dello strato fra la pittura e l'intonaco del supporto. Il silicato di potassio da un lato reagirà con l'anidride carbonica e con l'acqua presente nell'atmosfera dando origine a polisilicati complessi e, dall'altro, reagirà con il carbonato dell'intonaco del supporto formando silicati di calcio.

Le pitture ai silicati dovranno assicurare un legame chimico stabile con l'intonaco sottostante che eviti fenomeni di disfacimento in sfoglie del film coprente, permettere la traspirazione del supporto senza produrre variazioni superiori al 5-10%, contenere resine sintetiche in quantità inferiore al 2-4% ed, infine, risultare sufficientemente resistente ai raggi UV, alle muffe, ai solventi, ai microrganismi ed, in genere, alle sostanze inquinanti.

n) Pitture ad olio ed oleosintetiche – Composte da oli, resine sintetiche, pigmenti e sostanze coloranti, dovranno possedere uno spiccato potere coprente e risultare resistenti all'azione degradante delle piogge acide e dei raggi UV (UNICHIM manuale 132).

o) Antiruggine, anticorrosivi e pitture speciali – Le caratteristiche delle pitture speciali si diversificheranno in relazione al tipo di protezione che si dovrà effettuare e alla natura dei supporti su cui applicarle. L'appaltatore dovrà utilizzare la pittura richiesta dalla D.L. che dovrà essergli fornita in confezioni perfettamente sigillate applicandola conformemente alle istruzioni fornite dal produttore. I requisiti saranno quelli stabiliti dalla specifica normativa UNICHIM (manuale 135).

p) Vernici sintetiche – Composte da resine sintetiche (acriliche, oloealchidiche, cloroviniliche, epossidiche, poliesteri, poliuretaniche, siliconiche, ecc.) dovranno possedere requisiti di perfetta trasparenza, luminosità e stabilità alla luce, fornire le prestazioni richieste per il tipo di applicazione da eseguire ed, infine, possedere le caratteristiche tecniche e decorative richieste.

Dovranno essere fornite nelle confezioni originali sigillate, di recente preparazione e, una volta applicate, dovranno assicurare ottima adesività, assenza di grumi, resistenza all'abrasione, capacità di mantenersi il più possibile inalterate ed essiccazione omogenea da effettuarsi in assenza di polvere. Le vernici saranno costituite da una parte liquida (veicolo) e da una parte solida (pigmento e riempimento) secondo le seguenti peculiarità. Il veicolo sarà costituito da:

- leganti, a base di oli, resine naturali, sintetiche ed elastomeri;
- plastificanti, idonei a garantire l'elasticità e la flessibilità del film;
- solventi e diluenti – per solubilizzare i leganti conferendo alle pitture le caratteristiche ottimali di applicazione: idrocarburi alifatici e/o aromatici, alcooli, esteri, chetoni, ed eventualmente acqua; additivi – atti a fornire alla vernice caratteristiche particolari ed ottimizzarne le prestazioni: essiccativi, sospensivi, agenti che favoriscono la bagnabilità del supporto, antiossidante, agenti dilatanti, stabilizzatori di resina, ecc.

I pigmenti ed i riempitivi saranno costituiti da sostanze disperse nel veicolo e potranno essere delle seguenti categorie:

1) *Attivi* – Sono reagenti con capacità di bloccare il processo corrosivo attraverso i seguenti meccanismi:
   - protezione catodica conferita dalle polveri di zinco, piombo, ecc. che forniscono ai materiali ferrosi una protezione di natura elettrochimica;

– pigmenti a base di fosfati metallici con azione passivante che forniscono ioni atti a reagire con il metallo riducendone la tendenza alla corrosione;
– pigmenti in grado di ossidare ioni ferrosi e ferrici ad azione ossidante.

2) *Inerti* – Caratterizzati dall'elevata resistenza chimica e agli agenti atmosferici, riducono la permeabilità intrinseca del veicolo: ossidi metallici (biossido di titanio, ossido di ferro, ossido di cromo...), sali inorganici, pigmenti organici, nero fumo, grafite, ecc.

3) *Riempitivi* – Con funzione di conferire particolari caratteristiche quali flessibilità, aderenza, durezza, resistenza all'abrasione: silicati compressi (mica, talco, caolino, asbestina ecc.) ossidi metallici (alluminia e quarzo) carbonati naturali e precipitati, solfati (bariti ecc.).

Ai differenti ciclo di verniciatura sono richieste le seguenti caratteristiche:
– adeguata adesione alla superficie da proteggere
– buon potere anticorrosivo
– limitata porosità e ridotta permeabilità ai gas e ai liquidi
– resistenza nel tempo agli agenti atmosferici e chimici.

I sistemi di verniciatura, in relazione alle prescrizioni degli elaborati di progetto, dovranno essere posti in opera nelle seguenti fasi:
– uno o più mani di fondo con funzione di antiruggine e di ancoraggio sia alla superficie da rivestire che agli strati successivi;
– una mano intermedia con funzione di collegamento fra strato di fondo e i successivi di finitura;
– uno o più mani di finitura con funzione protettiva nei confronti delle azioni esterne in relazione alle condizioni di esercizio.

I cicli di verniciatura, ove non specificato diversamente negli elaborati di progetto, saranno i seguenti: Olio di lino, clorocaucciù, fenolici, epossidica, vinili, poliuretanici.

q) Smalti – Composti da resine sintetiche o naturali, pigmenti (diossido di titanio), cariche minerali ed ossidi vari prendono nome dai loro leganti (alchidici, fenolici, epossidici, ecc.).

Dovranno possedere spiccato potere coprente, facilità di applicazione, luminosità, resistenza agli urti e risultare privi di macchie.

- Materiali diversi

a) Cartefeltro – Questi materiali avranno le caratteristiche richieste dalle norme UNI.

Le eventuali verifiche e prove saranno eseguite con le norme vigenti, tenendo presenti le risultanze accertate in materia da organi competenti ed in particolare dall'UNI.

b) Cartonfeltro bitumato cilindrato – È costituito da cartafeltro impregnato a saturazione di bitume in bagno a temperatura controllata. Questi cartonfeltri debbono risultare asciutti, unitamente impregnati di bitume, presentare superficie piana, senza nodi, tagli, buchi od altre irregolarità ed essere di colore nero opaco.

Per le eventuali prove saranno seguite le norme vigenti e le risultanze accertate da organi competenti in materia come in particolare l'**UNI 8202**.

c) Cartonfeltro bitumato ricoperto – È costituito di cartafeltro impregnata a saturazione di bitume, successivamente ricoperta su entrambe le facce di un rivestimento di materiali bitumosi con velo di materiale minerale finemente granulato, come scagliette di mica, sabbia finissima, talco, ecc. La cartafeltro impiegata deve risultare uniformemente impregnata di bitume; lo strato di rivestimento bituminoso deve essere di spessore uniforme ed essere privo di bolle; il velo di protezione deve inoltre rimanere in superficie ed essere facilmente asportabile; le superfici debbono essere piane, lisce, prive di tagli, buchi ed altre irregolarità.

Per eventuali prove saranno seguite le norme vigenti e le risultanze accertate da organi competenti in materia, come in particolare l'UNI.

d) Vetri e cristalli – I vetri e cristalli dovranno essere, per le richieste dimensioni, di un solo pezzo, di spessore uniforme, di prima qualità, perfettamente incolori, perfettamente trasparenti, privi di scorie, bolle, soffiature, ondulazioni, nodi, opacità lattiginose, macchie e di qualsiasi altro difetto. Dovranno corrispondere per tipo alle rispettive norme UNI (vetri greggi 5832, vetri lucidi 6486, cristalli 6487, vetri temperati 7142, vetri stratificati 7172).

- Additivi

Gli additivi per calcestruzzi e malte sono sostanze chimiche che, aggiunte in piccole dosi agli impasti, hanno la capacità di modificarne le proprietà.

L'appaltatore dovrà fornirli nei contenitori originali sigillati su cui dovranno essere indicate le quantità, la data di scadenza e le modalità d'uso ed avrà l'obbligo di miscelarli alle malte, nei rapporti prescritti, in presenza della D.L. Gli additivi sono classificati dalla norma **UNI 7101** in fluidificanti, areanti, acceleranti, ritardanti, antigelo, ecc.

In relazione al tipo dovranno possedere caratteristiche conformi a quelle prescritte dalle rispettive norme UNI (Fluidificanti 7102, superfluidificanti 8145, agenti espansivi non metallici 8146) e dal D.M. 26.03.1980. Gli additivi per iniezione sono classificati dalla **norma UNI EN 934-4:2001 – 30/04/2001** – *Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione – Additivi per malta per cavi di precompressione – Definizioni, requisiti e conformità*

MODALITÀ DI ACCETTAZIONE

I prodotti saranno valutati al momento della fornitura; la direzione dei lavori ai fini della loro accettazione può procedere a controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure chiedere un attestato di conformità. In caso di

contestazione i metodi di campionamento e di prova delle caratteristiche di cui sopra sono quelli stabiliti dalle norme UNI ed in mancanza di queste ultime, quelli descritti nella letteratura tecnica (primariamente norme internazionali od estere).
I fluidificanti ed i superfluidificanti se utilizzati come "riduttori d'acqua" dovranno consentire una consistente riduzione del dosaggio d'acqua, mantenendo inalterata la lavorabilità dell'impasto, pari ai seguenti valori:
– fluidificanti su malta > 6%
– fluidificanti su calcestruzzi > 5%
– superfluidificanti su malta > 10%
– superfluidificanti su calcestruzzi > 10%.

Acceleranti – Possono distinguersi in acceleranti di presa e in acceleranti di indurimento. Gli acceleranti di presa sono di norma soluzioni di soda e di potassa. Gli acceleranti di indurimento contengono quasi tutti dei cloruri, in particolare cloruro di calcio. Per gli additivi a base di cloruro, per il calcestruzzo non armato i cloruri non devono superare il 45% del peso del cemento adoperato; per il calcestruzzo armato tale percentuale non deve superare l'1%; per il calcestruzzo fatto con cemento alluminoso non si ammette aggiunta di cloruro.

Ritardanti – Anch'essi distinti in ritardanti di presa e ritardanti di indurimento. Sono di norma: gesso, gluconato di calcio, polimetafosfati di sodio, borace.

Fluidificanti – Migliorano la lavorabilità della malta e del calcestruzzo. Tensioattivi in grado di abbassare le forze di attrazione tra le particelle della miscela, diminuendo l'attrito nella fase di miscelazione. Gli additivi fluidificanti sono a base di resina di legno o di ligninsolfonari di calcio, sottoprodotti della cellulosa. Oltre a migliorare la lavorabilità sono in grado di aumentare la resistenza meccanica.

Sono quasi tutti in commercio allo stato di soluzione; debbono essere aggiunti alla miscela legante-inerti-acqua nelle dosi indicate dalle ditte produttrici: in generale del 2,3 rispetto alla quantità di cemento.

Plastificanti – Sostanze solide allo stato di polvere sottile, di pari finezza a quella del cemento. Tra i plastificanti si hanno: l'acetato di polivinile, la farina fossile, la bentonite. Sono in grado di migliorare la viscosità e l'omogeneizzazione delle malte e dei calcestruzzi, aumentando la coesione trai vari componenti. In generale i calcestruzzi confezionati con additivi plastificanti richiedono, per avere una lavorabilità simile a quelli che non li contengono, un più alto rapporto A/C in modo da favorire una diminuzione delle resistenze. Per eliminare o ridurre tale inconveniente gli additivi in commercio sono formulati con quantità opportunamente congegnate, di agenti fluidificanti, aeranti e acceleranti.

Aeranti – In grado di aumentare la resistenza dei calcestruzzi alle alternanze di gelo e disgelo ed all'attacco chimico di agenti esterni. Sono soluzioni alcaline di sostanze tensioattive (aggiunte secondo precise quantità da 40 a 60 ml per 100 kg di cemento) in grado di influire positivamente anche sulla lavorabilità. Le occlusioni d'aria non dovranno mai superare il 4-6% del volume del calcestruzzo per mantenere le resistenze meccaniche entro valori accettabili.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

UNI 7110:1972 – 30/11/1972 – *Additivi per impasti cementizi. Determinazione della solubilità in acqua distillata ed in acqua satura di calce.*
UNI 7112:1972 – 30/11/1972 – *Additivi per impasti cementizi. Determinazione delle sostanze zuccherine riducenti.*
UNI 7114:1972 – 30/11/1972 – *Additivi per impasti cementizi. Determinazione del potere schiumogeno degli additivi aeranti e fluidificanti– aeranti.*
UNI 7115:1972 – 30/11/1972 – *Additivi per impasti cementizi. Determinazione della densità degli additivi liquidi o in soluzione.*
UNI 7116:1972 – 30/11/1972 – *Additivi per impasti cementizi. Determinazione dell'alcalinità totale.*
UNI 7117:1972 – 30/11/1972 – *Additivi per impasti cementizi. Determinazione della tensione superficiale di soluzioni contenenti additivi.*
UNI 7118:1972 – 30/11/1972 – *Additivi per impasti cementizi. Determinazione della concentrazione idrogenionica (pH) di soluzioni contenenti additivi.*
UNI 7120:1972 – 30/11/1972 – *Additivi per impasti cementizi. Determinazione dei tempi di inizio e di fine presa delle paste cementizie contenenti additivi antigelo.*
UNI 9361:1989 – 31/07/1989 – *Additivi chimici per combustibili e norme per l'accettazione. Classificazione.*
UNI EN 480-10:1998 – 31/01/1998 – *Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Metodi di prova. Determinazione del tenore di cloruri solubili in acqua.*
UNI EN 480-11:2000 – 31/07/2000 – *Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione – Metodi di prova – Determinazione delle caratteristiche dei vuoti di aria nel calcestruzzo indurito.*
UNI EN 480-12:1999 – 30/09/1999 – *Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione – Metodi di prova – Determinazione del contenuto di alcali negli additivi.*
UNI EN 480-1:1999 – 31/07/1999 – *Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione – Metodi di prova – Calcestruzzo e malta di riferimento per le prove.*
UNI EN 480-2:1998 – 31/01/1998 – *Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione.Metodi di prova. Determinazione del tempo di presa.*
UNI EN 480-4:1998 – 31/01/1998 – *Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Metodi di prova. Determinazione della quantità di acqua essudata del calcestruzzo.*
UNI EN 480-5:1998 – 31/01/1998 – *Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Metodi di prova. Determinazione dell'assorbimento capillare.*

UNI EN 480-6:1998 – 31/01/1998 – *Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Metodi di prova. Analisi all'infrarosso.*
UNI EN 480-8:1998 – 31/01/1998 – *Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Metodi di prova. Determinazione del tenore di sostanza secca convenzionale.*
UNI EN 934-2:1999 – 31/07/1999 – *Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione – Additivi per calcestruzzo – Definizioni e requisiti.*
UNI EN 934-4:2001 – 30/04/2001 – *Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione – Additivi per malta per cavi di precompressione – Definizioni, requisiti e conformità.*
UNI EN 934-6:2001 – 30/04/2001 – *Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione – Campionamento, controllo e valutazione della conformità, marcatura ed etichettatura.*

- Fibre e tessuti sintetici - Materiali compositi

I materiali utilizzati per produrre filamenti particolarmente resistenti alla trazione ed al cedimento plastico sono sia polimerici che inorganici. Fra i materiali tradizionali più comunemente impiegati vi sono le poliammidi, le poliestere, le fibre meta-aramidiche e le fibre di vetro, mentre tra i materiali ad alte prestazioni recentemente sviluppati vi sono le fibre para-aramidiche, le fibre di carbonio, le fibre ad alto modulo di polietilene e di poli-eter-eter-chetone (PEEK).
Questi materiali si differenziano per le loro diverse caratteristiche elastiche e per le caratteristiche di resistenza ambientale ed al cedimento plastico.

MODALITÀ DI ACCETTAZIONE
I prodotti saranno valutati al momento della fornitura; la direzione dei lavori ai fini della loro accettazione può procedere a controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure chiedere un attestato di conformità. In caso di contestazione i metodi di campionamento e di prova delle caratteristiche di cui sopra sono quelli stabiliti dalle norme UNI ed in mancanza di queste ultime, quelli descritti nella letteratura tecnica (primariamente norme internazionali od estere.
Fibre in carbonio – Quelle commercialmente prodotte sono caratterizzate da una struttura chimica che varia da quella del carbonio allo stato amorfo e quella della grafite cristallina. In dipendenza da ciò, variano anche le caratteristiche fisico/meccaniche: il modulo elastico può spaziare tra valori di 35 GPa (circa la metà di quelli delle fibre in vetro o dell'alluminio) a quasi 700 GPa (più di tre volte il modulo elastico dell'acciaio).
Le caratteristiche meccaniche di tre tra i più comuni tipi di fibre di carbonio, che vengono identificati come Carbonio ad Alta Resistenza, Carbonio ad Alto Modulo e Carbonio ad Altissimo Modulo, confrontate con quelle dell'acciaio tipo FeB44K sono le seguenti:

Carbonio	Alta resistenza		Alto modulo	Altissimo modulo	Acciaio FeB44K
Densità	kg/m^3	1800	1850	2100	7850
Modulo elastico	GPa	230	400	700	210
Resistenza meccanica a trazione	MPa	5000	3000	1500	540
Deformazione a rottura	%	2.0	0.9	0.3	20
Resistenza specifica	Mpa/kg	2.78	1.62	0.71	0.07

Il parametro che differenzia più marcatamente le fibre in carbonio dall'acciaio, è la cosiddetta resistenza specifica, ossia il rapporto tra la resistenza meccanica a trazione e il peso specifico che nelle prime risulta da 10 a 40 volte maggiore che nel secondo. Questa caratteristica rende i composti in fibra di carbonio particolarmente utili in settori dove la leggerezza è un parametro essenziale. Nel settore delle costruzioni civili il tipo di fibre in carbonio maggiormente utilizzato e quello ad Alta Resistenza (E = 230 GPa; f_{fk} = 4000-5000 MPa) seguito a lunga distanza dal Carbonio ad Alto Modulo (E = 400 GPa; f_{fk} = 3000 MPa). Il carbonio ad Altissimo Modulo non viene praticamente utilizzato.
Per le loro caratteristiche si farà riferimento alle seguenti norme UNI:
UNI EN 13003-1:2001 – 30/06/2001 – *Fili di fibre di para-aramide – Designazione.*
UNI EN 13003-3:2001 – 30/06/2001 – *Fili di fibre di para-aramide – Specifiche tecniche.*
Per la verifica delle loro caratteristiche:
UNI EN 13003-2:2001 – 31/07/2001 – *Fili di fibre di para-aramide – Metodi di prova e specifiche generali.*
Fibre di vetro. Per la loro resistenza in trazione ed allo strappo, l'alto modulo e stabilità dimensionale, le fibre di vetro sono utilizzate già da molti anni per la produzione di tessuti e materiali di rinforzo per compositi. Esse sono ottenute per filatura a caldo di vetri di composizione opportuna (generalmente degli allumino-boro silicati) in funzione del tipo di applicazione e dell'ambiente in cui dovrà operare. I tipi di vetro comunemente usati per fibre sono il tipo E ed il tipo S, con densità di circa 2,6 g/cm^3, con moduli elastici di circa 80 e 90 GPa e resistenze a rottura di 3,5 e 4,5 GPa, rispettivamente. Per ottenere dei compositi di buone caratteristiche sotto sforzo, l'allungamento a rottura della fibra (3 e 6% per molti compositi) deve essere minore e la rigidezza maggiore di quella della matrice. Il trasferimento degli sforzi dalla matrice alla fibra viene migliorato con l'ausilio di rivestimenti chimici.
Questi agenti di accoppiamento possono migliorare di molto le caratteristiche meccaniche del risultante composito.
Poliammidi. Uno dei primi materiali polimerici prodotti è stato proprio il filamento di Nylon, una poliammide ottenuta per policondensazione di diammine ed acidi dicarbossilici che possono essere lineari o con contenuto di gruppi aromatici fino all'85% in peso (per contenuti di aromatici nella struttura ripetitiva superiori all'85% si parla di aramidi). Il Nylon 6/6, per esempio, è ottenuto da una diammina ed un acido dicarbossilico lineari con 6 atomi di carbonio. La reazione tra ammina ed acido produce l'ammide (NH-CO) che caratterizza questa classe di materiali. Questa

macromolecola è molto flessibile, è in grado di ruotare su ogni legame e produce fibrille di polimero allineate con zone amorfe e cristalliti orientati nella direzione dello stiro. Il Nylon presenta una grossa affinità per l'acqua e la sua resistenza alle radiazioni ultraviolette non è molto alta ma, se opportunamente protetto da un idoneo rivestimento, può raggiungere un'accettabile resistenza ambientale. Comunque, a causa del suo basso modulo di elasticità (circa 5 GPa), della tendenza al cedimento plastico sotto carico e delle variazioni dimensionali indotte dall'assorbimento di acqua (allungamenti delle fibre in ambienti umidi ed accorciamenti in ambienti secchi) rende questo materiale problematico per le applicazioni dove il pretensionamento del tessuto e la stabilità dimensionale sono critici. La resistenza di questa fibra varia tra 500 e 700 MPa, ma, come anche il modulo elastico, viene significativamente ridotta in presenza di umidità assorbita.

Le fibre in poliestere. Sono ottenute per filatura di un polimero aromatico ottenuto per policondensazione dell'acido tereftalico e di un dialcool (glicole). Il poliestere più comunemente utilizzato è il Polietilentereftalato (PET). La struttura delle fibre orientate è simile a quella delle poliammidi. Il polestere contiene un anello aromatico che lo rende meno flessibile delle macromolecole poliammidiche. Le fibre di PET, infatti, sono caratterizzate da un modulo elastico più alto, circa 18 GPa, e da resistenza a rottura simile a quella del Nylon.

L'estensibilità, al pari del modulo elastico, comunque, dipende molto dal livello di orientazione indotto dal processo di filatura.

La resistenza alle radiazioni ultraviolette di queste fibre è molto alta e la loro sensibilità verso l'umidità ed al cedimento plastico molto bassa.

Queste caratteristiche le rendono adatte alle applicazioni dove sono richieste buone caratteristiche di stabilità dimensionale. La stabilità dimensionale può essere ulteriormente migliorata con trattamenti termici di ricottura delle fibre sottoposte a trazione.

Fibre aramidiche. Le poliammidi aromatiche con contenuto di gruppi aromatici superiore all'85% vengono indicate come aramidiche. Le prime fibre aramidiche sono state prodotte negli anni '60 e sono quelle a base di Poli-fenilendiammina-isoftalammide commercializzate come Nomex. Questa fibra è adatta alle applicazioni dove sono richieste alte resistenze al calore. Presenta un modulo elastico comparabile a quello del poliestere ma meno variabile con la temperatura. Queste fibre vengono ottenute direttamente dal processo di polimerizzazione in quanto non possono essere fuse neanche a temperature superiori ai 400°C. Il polimero, infatti, degrada prima ancora di fondere.

Sono state poi sintetizzate fibre poliammidiche aromatiche con elevatissime caratteristiche meccaniche ottenute per filatura umida di una soluzione liquido-cristallina di p-fenilendiammina e cloruro tereftalico polimerizzata in acido solforico: il Kevlar.

In funzione delle caratteristiche dei monomeri (per esempio la lunghezza della diammina aromatica) possono essere ottenuti polimeri aramidici con diverse caratteristiche meccaniche. Fra i più comuni vi sono il Kevlar 29 e 49. Il modulo elastico del Kevlar 49 è di 135 GPa e la resistenza a rottura di 3,6 GPa: questo materiale risulta così 5 volte più resistente di un filo di acciaio di pari peso in quanto la sua tendenza è di solo 1,4 g/cm^3. La struttura altamente anisotropa di queste fibre aramidiche le rende, comunque, molto deboli nelle altre direzioni ed adatte solo ad applicazioni dove siano presenti solo carichi di trazione.

La loro resistenza a compressione, infatti, è bassissima. D'altra parte, le stesse cause che impartiscono bassa resistenza a compressione sono anche quelle che inducono un'altissima tenacità a questo materiale (le fibre aramidiche vengono utilizzate per produrre strutture ad alta resistenza all'impatto come, per esempio, quelle antiproiettile). Il cedimento di questi materiali è sempre fibrillare in trazione e, quando soggette a flessione, hanno un cedimento plastico della zona in compressione che permette lo spostamento dell'asse neutro, non facendo raggiungere il limite di rottura nella zona in trazione ed aumentando quindi la capacità della fibra di deformarsi. L'alta tenacità caratteristica di queste fibre aramidiche, quindi, ne consiglia l'uso in applicazioni dove sono richieste alte resistenze all'impatto.

Nuove formulazioni denominate come Kevlar 149 sono in studio e si prevede che possano raggiungere moduli elastici di circa 190 GPa e resistenze alla trazione di 3-4 GPa. I materiali compositi rinforzati con fibre aramidiche presentano notevoli inconvenienti nelle lavorazioni meccaniche.

Fibre di polietilene ad alto modulo. Le fibre di polietilene ad alto modulo sono ottenute per estrusione allo stato solido di polietilene ad alta densità in condizioni tali da convertire i segmenti polimerici disordinati in barre fortemente estese. Questa struttura molecolare permette il raggiungimento di moduli elastici molto alti e vicini a quelli teorici delle macromolecole orientate. In particolare, si raggiungono moduli di 170 GPa e resistenze di 2 GPa in un materiale di densità molto bassa, 0,97 g/cm^3. La sua resistenza specifica, quindi, può risultare anche più alta di quella delle fibre aramidiche più avanzate. Trattandosi di macromolecole poliolefiniche, comunque, l'adesione a matrici polimeriche di tipo diverso può essere molto scadente.

CARATTERISTICHE MECCANICHE

Fibre di vetro		Fibre di carbonio	Fibre aramidiche
Modulo elastico	70Gpa	Modulo elastico 200Gpa	Modulo elastico 140GPa
Res. a rottura	2500MPa	Res. aA rottura 2500MPa	Res. a rottura 2000MPa
Massa volumica	2,6g/cmc	Massa volumica 1,9g/cmc	Massa volumica 1,4g/cmc

Ibridi. Con questo termine si identificano gli accoppiamenti di diversi tipi di fibre finalizzati al bilanciamento di alcune caratteristiche o debolezze dei singoli materiali.

Esempi frequenti sono quelli in cui vengono tessuti assieme fibre di carbonio (molto fragili ma rigidissime) con le più duttili fibre di vetro. Allo stesso modo, al fine di migliorare la resistenza all'impatto vengono utilizzati degli ibridi con

fibre di aramidiche e vetro o aramidiche e carbonio. I possibili tipi di accoppiamenti, comunque, sono molteplici e possono essere mirati a specifiche condizioni di carico ed ambientali.

MATERIALI COMPOSITI

Quando due o più materiali vengono mescolati assieme, il materiale composito risultante ha molto spesso proprietà fisiche che sono considerevolmente diverse dalle proprietà dei singoli costituenti. Molti prodotti tessili tecnici si presentano sotto forma di materiali compositi tessili, che consistono di due o più materiali di diversa natura, collegati tra di loro per adesione o coesione (mediante un terzo materiale).
Le loro forme di presentazione sono:
– compositi stratificati (superfici spalmate od accoppiate, laminati)
– compositi a matrice (es. nontessuti coesionati con un legante).

Sotto il profilo della struttura, oltre ai tessili spalmati (supporti tessili, superficie o substrato in plastica) meritano considerazione le sostanze plastiche a contenuto tessile (supporto in plastica, strato esterno in materiale tessile). I componenti sono collegati tra di loro di solito per adesione (metodo tipico per i prodotti leganti).
Si hanno poi le strutture composite: una struttura composita flessibile o rigida è formata da un substrato in tessuto di fibre impregnate e protette da una matrice polimerica flessibile o rigida.

I tessuti di rinforzo

– I tessuti che troviamo sotto forma di:
  a) tessuti unidirezionali; sono utilizzati dei trefoli di fibre orientate in un'unica direzione ed allineate su di un piano.
  b) tessuti intrecciati convenzionali; la maggior parte dei tessuti più comunemente utilizzati sono intrecci convenzionali di trefoli di filamenti. La struttura intrecciata blocca i filamenti dell'ordito e della trama. I filamenti della trama e dell'ordito non sono completamente distesi ma, nel sovrapporsi alternativamente, si incurvano aumentando la deformabilità finale del tessuto.

Tessuti ad intreccio piano

Un intreccio piano viene utilizzato per tessuti da impregnare e ricoprire con una matrice polimerica al fine di eliminare l'incurvamento dei filamenti fuori dal piano del laminato e di ottenere un materiale con proprietà elastiche più uniformi. In questo tipo di struttura, i filamenti della trama sono solo appoggiati su quelli dell'ordito (non intrecciati con essi) e vengono successivamente cuciti fra loro con un filamento molto leggero. Le fibre possono essere disposte in modo ordinato (tese ed allineate) o disordinato (curve e non allineate come nei mat). In questo caso, d'altra parte, è difficile prevedere quali possano essere le caratteristiche meccaniche del risultante materiale.
– tessuti ad intreccio su più assi. L'uso di tessuti multiassiali è finalizzato all'ottenimento di una maggiore resistenza allo strappo ed agli sforzi di taglio. Un esempio di tessuto intrecciato su più assi è quello triassiale nel quale i filamenti sono intrecciati con angoli di circa 60°.

Geotessili

Per geotessili si intendono i prodotti utilizzati per costituire strati di separazione, contenimento, filtranti, drenaggio in opere di terra (rilevati, scarpate, strade, giardini, ecc.) ed in coperture. La natura del polimero costituente è varia (poliestere, polipropilene, poliammide, ecc.). Si distinguono in:
– tessuti: stoffe realizzate intrecciando due serie di fili (realizzando ordito e trama);
– non tessuti: feltri costituiti da fibre o filamenti distribuiti in maniera casuale, legati tra loro con trattamento meccanico (agugliatura) oppure chimico (impregnazione) oppure termico (fusione). Si hanno non tessuti ottenuti da fiocco o da filamento continuo.

Sono caratterizzati da:
– filamento continuo
– trattamento legante meccanico, chimico o termico.

Il soddisfacimento delle prescrizioni predette s'intende comprovato quando il prodotto risponde ad una norma UNI o è in possesso di attestato di conformità; in loro mancanza valgono i valori dichiarati dal produttore se accettati dalla direzione dei lavori.

- Prodotti per coperture

L'appaltatore sottoporrà i prodotti sottoelencati all'approvazione della direzione dei lavori ai fini della loro accettazione. La direzione dei lavori potrà procedere a controlli su campioni della fornitura o richiederne un attestato di conformità alle prescrizioni di seguito indicate.

a) Tegole e coppi in laterizio – Le tegole ed i coppi di laterizio per coperture ed i loro pezzi speciali denominati secondo le dizioni commerciali usuali marsigliese, romana, ecc. dovranno rispondere alle prescrizioni del progetto ed alle seguenti prescrizioni:

a) i difetti visibili saranno ammessi nei seguenti limiti:
  – le fessure non devono essere visibili o rilevabili a percussione;
  – le protuberanze e le scagliature non devono avere diametro medio (tra massimo e minimo) maggiore di 15 mm e non deve esserci più di una protuberanza; è ammessa una protuberanza di diametro medio tra 7 e 15 mm ogni 2 dm^2 di superficie proiettata;
  – le sbavature sono tollerate purché permettano un corretto assemblaggio;
b) sulle dimensioni nominali e la forma geometrica sono ammesse le tolleranze seguenti: lunghezza ± 3%; larghezza ± 3% per tegole e ± 8% per coppi;
c) sulla massa convenzionale è ammessa tolleranza del 15%;

d) l'impermeabilità non deve permettere la caduta di goccia d'acqua dall'intradosso;
e) resistenza a flessione: forza F singola maggiore di 1000 N;
f) carico di rottura valore singolo della forza F maggiore di 1000 N e valore medio maggiore di 1500 N.
In caso di contestazione si farà riferimento alle norme:
UNI 8626:1984 – 30/11/1984 – *Edilizia. Prodotti per coperture discontinue. Caratteristiche, piani di campionamento e limiti di accettazione.*
UNI 8635 (da 1 a 16) – *Edilizia. Prove di prodotti per coperture discontinue.*
UNI EN 1304:2000 – 31/10/2000 – *Tegole di laterizio per coperture discontinue – Definizioni e specifiche di prodotto.*
Le tegole ed i coppi devono essere forniti su appositi pallets, legati e protetti da azioni meccaniche, chimiche e sporco che possano degradarli nella fase di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa. Gli imballaggi, solitamente di materiale termoretraibile, devono contenere un foglio informativo riportante il nome del fornitore e le indicazioni dei commi da a) ad f) ed eventuali istruzioni complementari.

b) Tegole in cemento – Le tegole di in cemento per coperture ed i loro pezzi speciali denominati secondo le dizioni commerciali usuali: portoghese, olandese, ecc., dovranno avere la colorazione realizzata direttamente nell'impasto con pigmentazioni. La pendenza della falda potrà variare ad un minimo di 29 ÷ 30% adottando le necessarie sovrapposizioni; in caso di pendenze inferiori 17 ÷ 18% sotto il manto di copertura deve essere collocato un manto di impermeabilizzazione. In caso di pendenza superiore al 45% le tegole devono essere opportunamente fissate al supporto anche mediante chiodatura.
Le tegole in cemento devono rispondere alle prescrizioni del progetto esecutivo ed in mancanza e/o completamento alle prescrizioni di seguito elencate:
a) i difetti visibili sono ammessi nei seguenti limiti:
– le fessure non sono ammesse
– le incavature non devono avere profondità maggiore di 4 mm (escluse le tegole con superficie granulata)
– le protuberanze sono ammesse in forma lieve per tegole colorate nell'impasto
– le scagliature sono ammesse in forma leggera
– le sbavature e deviazioni sono ammesse purché non impediscano il corretto assemblaggio del prodotto;
b) sulle dimensioni nominali e la forma geometrica sono ammesse le seguenti tolleranze:
– lunghezza ± 1,5%
– larghezza ± 1%
– altre dimensioni dichiarate ± 1,6%
– ortometria scostamento orizzontale non maggiore dell'1,6% del lato maggiore;
c) sulla massa convenzionale è ammessa la tolleranza del ± 10%;
d) l'impermeabilità non deve permettere la caduta di gocce d'acqua, dall'intradosso, dopo 24 h;
e) dopo i cicli di gelività la resistenza a flessione F deve essere maggiore od uguale a 1800 N su campioni maturati 28 giorni;
f) la resistenza a rottura F del singolo elemento deve essere maggiore od uguale a 1000 N; la media deve essere maggiore od uguale a 1500 N;
g) i criteri di accettazione sono quelli del punto 58.1.
In caso di contestazione per difetti e limiti di accettazione si farà riferimento alle norme:
UNI 8626:1984 – 30/11/1984 – *Edilizia. Prodotti per coperture discontinue. Caratteristiche, piani di campionamento e limiti di accettazione.*
UNI 8627:1984 – 31/05/1984 – *Edilizia. Sistemi di copertura. Definizione e classificazione degli schemi funzionali, soluzioni conformi e soluzioni tecnologiche.*
I prodotti devono essere forniti su appositi pallets legati e protetti da azioni meccaniche, chimiche e sporco che possano degradarli nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa.

c) Le lastre di fibrocemento
1) Le lastre possono essere dei tipi seguenti:
– lastre piane (a base: fibrocemento e silico calcare; fibrocemento; cellulosa; fibrocemento/silico calcare rinforzati);
– lastre ondulate a base di fibrocemento aventi sezione trasversale formata da ondulazioni approssimativamente sinusoidali; possono essere con sezioni traslate lungo un piano o lungo un arco di cerchio;
– lastre nervate a base di fibrocemento, aventi sezione trasversale grecata o caratterizzata da tratti piani e tratti sagomati.
I criteri di controllo sono quelli indicati in 58.2.
2) Le lastre piane devono rispondere alle caratteristiche indicate nel progetto esecutivo ed in mancanza od integrazione alle seguenti:
a) larghezza 1200 mm, lunghezza scelta tra 1200, 2500 o 5000 mm con tolleranza ± 0,4% e massimo 5 mm;
b) spessore..... mm (scelto tra le sezioni normate) con tolleranza ± 0,5 mm fino a 5 mm e ± 10% fino a 25 mm;
c) rettilineità dei bordi: scostamento massimo 2 mm per metro, ortogonalità 3 mm per metro;
d) caratteristiche meccaniche (resistenza a flessione):
– tipo 1: 13 N/mm^2 minimo con sollecitazione lungo le fibre, e 15 N/mm^2 minimo con sollecitazione perpendicolare alle fibre
– tipo 2: 20 N/mm^2 minimo con sollecitazione lungo le fibre, e 16 N/mm^2 minimo con sollecitazione perpendicolare alle fibre

e) massa volumica apparente:
– tipo 1: 1,3 g/cm^2 minimo
– tipo 2: 1,7 g/cm^2 minimo

f) tenuta d'acqua con formazione di macchie di umidità sulle facce inferiori dopo 24 h sotto battente d'acqua ma senza formazione di gocce d'acqua;

g) resistenza alle temperature di 120 °C per 2 h con decadimento della resistenza a flessione non maggiore del 10%.

3) Le lastre ondulate devono rispondere alle caratteristiche indicate nel progetto ed in mancanza o ad integrazione alle seguenti:

a) facce destinate all'esposizione alle intemperie lisce, bordi diritti e taglio netto e ben squadrate ed entro i limiti di tolleranza;

b) caratteristiche dimensionali e tolleranze di forma secondo quanto dichiarato dal fabbricante ed accettato dalla direzione dei lavori;

c) tenuta all'acqua;

d) resistenza a flessione, secondo i valori dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla direzione dei lavori;

e) r esistenza al gelo dopo 25 cicli in acqua a temperatura di + 20 °C seguito da permanenza in frigo a –20 °C, non devono presentare fessurazioni, cavillature o degradazione;

f) la massa volumica non deve essere minore di 1,4 kg/dm^2.

Gli accessori devono rispondere alle prescrizioni sopraddette per quanto attiene l'aspetto, le caratteristiche dimensionali e di forma, la tenuta all'acqua e la resistenza al gelo.

4) Le lastre nervate devono rispondere alle caratteristiche indicate nel progetto ed in mancanza o ad integrazione a quelle indicate nel punto 3.

NORME DI RIFERIMENTO:
UNI EN 492:1995 – 30/09/1995 – *Lastre piane di fibrocemento e relativi accessori per coperture. Specifiche di prodotto e metodi di prova.*
UNI EN 494:1995 – 31/10/1995 – *Lastre nervate di fibrocemento e relativi accessori per coperture. Specifiche di prodotto e metodi di prova.*
UNI 10636:1998 – 30/09/1998 – *Lastre ondulate di fibrocemento per coperture – Istruzioni per l'installazione.*

d) Lastre di materia plastica rinforzata
Le lastre di materia plastica rinforzata o non rinforzata si intendono definite e classificate secondo le norme UNI vigenti.
I prodotti di cui sopra devono rispondere alle prescrizioni del progetto ed in mancanza e/o completamento alle seguenti prescrizioni:

e) Lastre di metallo
Le lastre di metallo (acciaio zincato, acciaio zincato-alluminio, acciaio zincato-rame, alluminio) ed i loro pezzi speciali si intendono denominati secondo la usuale terminologia commerciale. Essi dovranno rispondere alle prescrizioni del progetto. I criteri di accettazione sono quelli già indicati. In caso di contestazione si fa riferimento alla norma: UNI 10372:1994 – 31/05/1994 – *Coperture discontinue. Istruzioni per la progettazione e l'esecuzione con elementi metallici in lastre*. Le lamiere saranno inoltre esenti da difetti visibili (quali scagliature, bave, crepe, crateri, ecc.) e da difetti di forma (svergolamento, ondulazione, ecc.) che ne pregiudichino l'impiego e/o la messa in opera e dovranno avere l'eventuale rivestimento superficiale prescritto nel progetto.
La fornitura dovrà essere accompagnata da foglio informativo riportante il nome del fornitore e la rispondenza alle caratteristiche richieste.

f) Prodotti di pietra
I prodotti di pietra dovranno rispondere alle caratteristiche di resistenza a flessione, resistenza all'urto, resistenza al gelo e disgelo, comportamento agli aggressivi inquinanti. I limiti saranno quelli prescritti dal progetto o quelli dichiarati dal fornitore ed accettati dalla direzione dei lavori. La fornitura dovrà essere accompagnata da foglio informativo riportante il nome del fornitore e la corrispondenza alle caratteristiche richieste.

NORMATIVA DI RIFERIMENTO:
UNI 8625-1 *Edilizia. Prove di coperture discontinue. Determinazione della permeabilità all'acqua.*
UNI 8625-1, FA 1-93 *Edilizia. Prove di coperture discontinue. Determinazione della permeabilità all'acqua.*
UNI 8626 *Edilizia. Prodotti per coperture discontinue. Caratteristiche, piani di campionamento e limiti di accettazione.*
UNI 8627 *Edilizia. Sistemi di copertura. Definizione e classificazione degli schemi funzionali, soluzioni conformi e soluzioni tecnologiche.*
UNI 8635-(da 1 a 6) *Edilizia. Prove di prodotti per coperture discontinue*.
UNI 9308-1 *Coperture discontinue. Istruzione per la progettazione. Elementi di tenuta.*
UNI 10372 *Coperture discontinue. Istruzioni per la progettazione e l'esecuzione con elementi metallici in lastre.*

- Prodotti per impermeabilizzazioni

a) Manti prefabbricati (bitume/polimero) – Costituiti da bitume, mastici bitumosi e supporti vari in fibre di vetro, di amianto e di altri materiali sintetici (normali o rinforzati) saranno impiegati in teli aventi lo spessore (variabile in base al tipo di applicazione) prescritto dagli elaborati di progetto; essi dovranno possedere i requisiti richiesti dalle norme **UNI 4137** (bitumi) e **UNI 6825-71** (supporti e metodi di prova). Oltre al bitume, se prescritto, dovranno anche contenere

resine sintetiche o elastomeri. I veli in fibre di vetro, anche se ricoperti da uno strato di bitume, dovranno possedere le caratteristiche prescritte dalle norme **UNI 5302, 5958, 6262-67, 6484-85, 6536-40, 6718** e **6825**. Le proprietà tecnico/morfologiche delle guaine dovranno corrispondere a quelle stabilite dalle norme UNI.
La protezione della superficie esterna del manto, ove esso dovesse restare in vista, dovrà essere costituita da fogli di rame o di alluminio, scaglie d'ardesia, graniglia di marmo o di quarzo; questi materiali dovranno essere preparati in base a quanto prescritto dalle norme **UNI 3838** (stabilità di forma a caldo, flessibilità, resistenza a trazione, impermeabilità all'acqua, contenuto di sostanze solubili di solfuro di carbonio).
Se il rivestimento di protezione sarà costituito da lamine metalliche dovrà avere uno spessore non inferiore a 8/100 mm, se, invece, sarà di alluminio o di rame il suo spessore non dovrà essere inferiore a 5/100 mm, se, infine, sarà in acciaio inossidabile esso non dovrà essere inferiore ai 18/10 mm.
NORME DI RIFERIMENTO:
UNI 8629-1:1992 – 31/01/1992 – *Membrane per impermeabilizzazione di coperture. Caratteristiche prestazionali e loro significatività.*
UNI 8629-2:1992 – 02/05/1992 – *Membrane per impermeabilizzazione di coperture. Limiti di accettazione dei tipi BPP per elemento di tenuta.*
UNI 8629-3:1992 – 02/05/1992 – *Membrane per impermeabilizzazione di coperture. Limiti di accettazione dei tipi BPE per elemento di tenuta.*
UNI 8629-4:1989 – 31/12/1989 – *Membrane per impermeabilizzazione di coperture. Limiti di accettazione per tipi EPDM e IIR per elementi di tenuta.*
UNI 8629-5:1992 – 02/05/1992 – *Membrane per impermeabilizzazione di coperture. Limiti di accettazione dei tipi BPP (con autoprotezione metallica) per elemento di tenuta.*
UNI 8629-6:1989 – 31/12/1989 – *Membrane per impermeabilizzazione di coperture. Limiti di accettazione dei tipi a base di PVC plastificato per elementi di tenuta.*
UNI 8629-7:1992 – 02/05/1992 – *Membrane per impermeabilizzazione di coperture. Limiti di accettazione dei tipi BOF (con autoprotezione metallica) per elemento di tenuta.*
UNI 8629-8:1992 – 02/05/1992 – *Membrane per impermeabilizzazione di coperture. Limiti di accettazione dei tipi BOF per elemento di tenuta.*
UNI 9380-1:1992 – 30/04/1992 – *Membrane per impermeabilizzazione di coperture. Limiti di accettazione dei tipi BPP per strato di barriera e/o schermo al vapore.*
UNI 9380-2:1992 – 30/04/1992 – *Membrane per impermeabilizzazione di coperture. Limiti di accettazione dei tipi BOF per strato di barriera e/o schermo al vapore.*
UNI EN 1850-1:2001 – 30/11/2001 – *Membrane flessibili per impermeabilizzazione – Determinazione dei difetti visibili – Membrane bituminose per l'impermeabilizzazione delle coperture.*
UNI EN 1850-2:2001 – 30/11/2001 – *Membrane flessibili per impermeabilizzazione – Determinazione dei difetti visibili – Membrane di materiale plastico e di gomma per l'impermeabilizzazione delle coperture.*

b) Manti da formare in loco – Possono essere costituiti sia da bitumi in soluzione o emulsionati in acqua con polimeri e fibre minerali o bicomponenti. I monocomponenti potranno essere di tipo acrilico o poliuretanico in soluzione, mentre i bicomponenti saranno, in genere, a base epossidica o poliuretanica. Qualunque base chimica abbia il prodotto che li costituirà, l'appaltatore dovrà fornire quest'ultimo in recipienti sigillati su cui dovranno essere specificate le modalità d'uso, la data di preparazione e quella di scadenza. Il prodotto, che dovrà avere un aspetto liquido e pastoso, dovrà percolare lentamente, essere di facile lavorabilità ed applicazione e, infine, dovrà essere conservato in locali asciutti.

NORME DI RIFERIMENTO:
UNI 8898-1:1987 – 01/02/1987 – *Membrane polimeriche per opere di impermeabilizzazione. Terminologia, classificazione e significatività delle caratteristiche.*
UNI 8898-6:2001 – 31/01/2001 – *Membrane polimeriche per opere di impermeabilizzazione – Membrane plastomeriche rigide – Caratteristiche e limiti di accettazione.*
UNI SPERIMENTALE 8898-2:1987 – 30/04/1987 – *Membrane polimeriche per opere di impermeabilizzazione. Membrane elastomeriche senza armatura. Caratteristiche e limiti di accettazione.*
UNI SPERIMENTALE 8898-3:1987 – 31/05/1987 – *Membrane polimeriche per opere di impermeabilizzazione. Membrane elastomeriche dotate di armatura. Caratteristiche e limiti di accettazione.*
UNI SPERIMENTALE 8898-4:1988 – 30/11/1988 – *Membrane polimeriche per opere di impermeabilizzazione. Membrane plastomeriche flessibili senza armatura. Caratteristiche e limiti di accettazione.*
UNI SPERIMENTALE 8898-5:1988 – 30/11/1988 – *Membrane polimeriche per opere di impermeabilizzazione. Membrane plastomeriche flessibili dotate di armatura. Caratteristiche e limiti di accettazione.*
UNI SPERIMENTALE 8898-7:1988 – 01/11/1988 – *Membrane polimeriche per opere di impermeabilizzazione. Membrane elastomeriche a reticolazione posticipata dotate di armatura. Caratteristiche e limiti di accettazione.*

d) Lastre sottocoppo/sottotegola – I sistemi sottocoppo e sottotegola devono consentire: l'eccellente ventilazione dell'assito di copertura sottostante i coppi o le tegole, un adeguato isolamento termico alla copertura, la sicura azione impermeabilizzazione e, grazie alla ondulazione delle lastre compatibile con le misure del manto, la stabilità del manto.
I due distinti sistemi consentono l'impiego per diversi tipi di coppi e di tegole, sia in laterizio che in cemento compatibilmente alle misure degli stessi. Le lastre potranno essere costruite in fibrocemento, in resina rinforzata, in polipropilene e cemento, in laminato di poliestere rinforzato, in vetroresina o lastre ondulate in bitume verniciato. Ogni sistema dovrà essere posto in opera tramite gli appropriati accessori speciali per il montaggio: chiodi di testa, ganci fermacoppo, ganci fermacoppo di gronda, ganci fermacoppo rompitratta, griglie parapasseri e staffe portalistelli.

Il soddisfacimento delle predette caratteristiche s'intende comprovato quando il prodotto risponde ad una norma UNI o è in possesso di attestato di conformità; in loro mancanza valgono i riferimenti a norme estere o i valori dichiarati dal produttore ove accettati dalla direzione dei lavori.
UNI 10636:1998 – 30/09/1998 – *Lastre ondulate di fibrocemento per coperture – Istruzioni per l'installazione.*

- *Isolanti termo-acustici*

Gli isolanti termo-acustici, qualsiasi sia la loro natura e l'utilizzo, dovranno possedere bassa conducibilità, secondo le norme (**UNI 7745** e **7891** e relativi aggiornamenti FA 112 e 113), risultare leggeri, stabili alle temperature, resistenti agli agenti atmosferici, incombustibili, chimicamente inerti, imputrescenti ed inattaccabili da microrganismi, insetti o muffe.
Gli isolanti termici ottenuti per sintesi chimica di materie plastiche (polistirolo, poliuretano e poliestere espanso) sotto forma di lastre, blocchi e fogli (a celle chiuse o aperte) avranno le caratteristiche richieste dalla norma **UNI 7819**.
Gli isolanti termici di tipo minerale (vermiculite, perlite, argilla espansa, fibre di vetro, lana di rocce e sughero) avranno le caratteristiche richieste dalle norme **UNI 5958, 6262-67, 6484-85, 6536-46, 6547, 6718-24.**
In ogni caso, qualsiasi sia il materiale utilizzato, l'appaltatore dovrà eseguire l'isolamento seguendo esattamente le modalità di posa in opera consigliate dal produttore le prescrizioni degli elaboratori di progetto o della D.L.
L'appaltatore, inoltre, sarà tenuto ad attuare l'isolamento nel rispetto della norma vigente ed in particolare della L. n. 373 del 30 aprile 1976, D.M. 10 marzo 1977 e del D.P.R. 28 giugno 1977; l'isolamento termico sarà calcolato con la procedura pubblicata nel 1980 a cura del Ministero dell'industria "Esempio di calcolo dell'isolamento termico di un edificio eseguito in base alla legge n. 373".

MODALITÀ DI ACCETTAZIONE
Tutti i materiali fonoassorbenti forniti sotto forma di lastre, blocchi o forme geometriche predeterminate, si devono avere le seguenti caratteristiche:
– lunghezza – larghezza: valgono le tolleranze stabilite nelle norme UNI, oppure quelle specificate negli altri documenti progettuali; in assenza valgono quelle dichiarate dal produttore ed accettate dalla direzione dei lavori;
– spessore: valgono le tolleranze stabilite nelle norme UNI, oppure quelle specificate negli altri documenti progettuali; in assenza valgono quelle dichiarate dal produttore ed accettate dalla direzione dei lavori;
– massa areica: deve essere entro i limiti prescritti nella norma UNI o negli altri documenti progettuali; in assenza valgono quelli dichiarati dal produttore nella sua documentazione tecnica ed accettate dalla direzione tecnica;
– coefficiente di assorbimento acustico: misurato in laboratorio secondo le modalità prescritte dalla norma UNI ISO 354 (UNI EN 20354), deve rispondere ai valori prescritti nel progetto od in assenza a quelli dichiarati dal produttore ed accettati dalla direzione dei lavori;
– resistività al flusso d'aria (misurate secondo ISO/DIS 9053);
– reazione e/o comportamento al fuoco;
– limiti di emissione di sostanze nocive per la salute;
– compatibilità chimico-fisica con altri materiali.
I prodotti saranno valutati al momento della fornitura; la direzione dei lavori ai fini della loro accettazione può procedere a controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure chiedere un attestato di conformità. In caso di contestazione i metodi di campionamento e di prova delle caratteristiche di cui sopra sono quelli stabiliti dalle norme UNI ed in mancanza di queste ultime, quelli descritti nella letteratura tecnica (primariamente norme internazionali od estere).

- *Tubazioni*

Le tubazioni avranno, in genere, le caratteristiche e le dimensioni indicate negli elaboratori di progetto; le giunzioni dovranno essere eseguite con la tecnica più adatta mediante appositi giunti, manicotti o pezzi speciali in modo tale da evitare perdite qualunque sia il motivo che possa determinarle.
L'appaltatore dovrà fissare le tubazioni non interrate con i sistemi consigliati dal produttore, previsti dagli elaboratori di progetto o ordinati dal D.L. (staffe, cravatte, ecc.) in modo atto a garantire il loro saldo ancoraggio alle murature.
Collocherà le tubazioni interrate alla profondità prevista dagli elaboratori di progetto con la pendenza più idonea al movimento dei fluidi che essi convogliano.
Proteggerà le tubazioni in metallo contro la corrosione ricorrendo ai sistemiche la D.L. riterrà più adatti al materiale che le costituisce (resine, bitumi ossidati, antiruggine, guaine, ecc.).
Tutte le tubazioni che convogliano fluidi o gas dovranno essere coibentate, schermate contro fenomeni di condensa e verniciate con le tinte stabilite dalla norma **UNI 5634** al fine di renderle identificabili.
Sui tubi destinati al convogliamento delle acque potabili dovrà essere impressa una sigla o un'avvertenza che li renda distinguibili da quelli riservati ad altro utilizzo.
Le caratteristiche richieste per ogni tipo saranno le seguenti.

MODALITÀ DI ACCETTAZIONE
I prodotti saranno valutati al momento della fornitura; la direzione dei lavori ai fini della loro accettazione può procedere a controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure chiedere un attestato di conformità. In caso di contestazione i metodi di campionamento e di prova delle caratteristiche di cui sopra sono quelli stabiliti dalle norme UNI ed in mancanza di queste ultime, quelli descritti nella letteratura tecnica (primariamente norme internazionali od estere).

a) Tubi di ghisa – I tubi di ghisa saranno perfetti in ogni parte, esenti da ogni difetto di fusione di spessore uniforme e senza soluzioni di continuità o difetti di lavorazione che possano pregiudicarne la funzionalità e la durata secondo le seguenti norme:
– dalla **UNI 5336** alla **UNI 5340**
– dalla **UNI 6558** alla **UNI 6578**.
L'appaltatore li fornirà in opera ben protetti sia all'interno che all'esterno con uno strato consistente ed omogeneo di catrame, bitume a caldo, resine sintetiche o malta cementizia centrifugata secondo quanto prescritto in progetto o ordinato dalla D.L. in funzione dello specifico utilizzo; il sistema di protezione non dovrà, tuttavia, influenzare negativamente le caratteristiche organolettiche dei fluidi convogliati.

b) Tubi di acciaio – Dovranno essere costituiti da acciaio trafilato, e saranno ben calibrati, dritti, di sezione circolare omogenea e privi di difetti che possano pregiudicarne la funzionalità e la durata (**UNI 5447**).
L'appaltatore li fornirà in opera ben protetti sia all'interno che all'esterno con il sistema prescritto dagli elaborati di progetto o ordinato dalla D.L.; in ogni caso, lo strato protettivo dovrà presentarsi con la superficie ben pulita e priva di grumi, di spessore uniforme, ben aderente al pezzo ed adatto allo specifico utilizzo.
Le caratteristiche costruttive, le dimensioni esterne ed interne, gli spessori, i giunti, i manicotti ed i pezzi speciali, saranno, in funzione del loro utilizzo, quelli stabiliti dalle specifiche norme:
UNI 6363 –*Tubi di acciaio, senza saldatura e saldati, per condotte di acqua.*
UNI 6363 FA 199-86 – *Foglio di aggiornamento n. 1 alla UNI 6363. Tubi di acciaio, senza saldatura e saldati, per condotte di acqua.*
UNI 7929 – *Tubi di acciaio. Curve da saldare, tipi 3D e 5D (45°, 90° e 180°), senza prescrizioni di qualità.*
UNI 8863 – *Tubi senza saldatura e saldati, di acciaio non legato, filettabili secondo UNI ISO 7/1.*
UNI 8863 FA 1-89 – *Tubi senza saldatura e saldati, di acciaio non legato, filettati secondo UNI ISO 7/1.*
UNI ISO 50 – *Tubazioni. Manicotti di acciaio, filettati secondo ISO 7/1.*
UNI 10416-1 – *Tubi di acciaio impiegati per tubazioni interrate o sommerse. Rivestimento esterno di polipropilene applicato per estrusione. Rivestimento a triplo strato.*
UNI EN 10208-1 – *Tubi di acciaio per condotte di fluidi combustibili. Condizioni tecniche di fornitura. Tubi della classe di prescrizione A.*
UNI EN 10208-2 – *Tubi di acciaio per condotte di fluidi combustibili. Condizioni tecniche di fornitura. Tubi della classe di prescrizione B.*
UNI ENV 10220 – *Tubi lisci di acciaio, saldati e senza saldatura. Dimensioni e masse lineiche.*
UNI 10190 – *Prodotti tubolari di acciaio impiegati per tubazioni. Rivestimento esterno in nastri di polietilene autoadesivi.*
UNI 10191 – *Prodotti tubolari di acciaio impiegati per tubazioni interrate o sommerse. Rivestimento esterno di polietilene applicato per fusione.*

c) Tubi di grès – In assenza di specifiche norme UNI si farà riferimento alle vigenti norme ASSOGRES. I materiali di grès ceramico devono essere a struttura omogenea, smaltati internamente ed esternamente con smalto vetroso, non deformati, privi di screpolature, lavorati accuratamente e con innesto o manicotto o bicchiere.
I tubi saranno cilindrici e diritti tollerandosi solo eccezionalmente nel senso della lunghezza, curvate con freccia inferiore ad 1/100 della lunghezza di ciascun elemento. In ciascun pezzo i manicotti devono essere conformati in modo da permettere una buona giunzione, l'estremità opposta sarà lavorata esternamente a scannellatura.
I pezzi battuti leggermente con un corpo metallico dovranno rispondere con suono argentino per denotare buona cottura ed assenza di screpolature non apparenti. Lo smalto vetroso deve essere liscio specialmente all'interno, aderire alla pasta ceramica, essere di durezza non inferiore a quella dell'acciaio ed inattaccabile dagli alcali e dagli acidi concentrati, ad eccezione soltanto del fluoridrico. La massa interna deve essere semifusa, omogenea, senza noduli estranei, assolutamente priva di calce, dura, compatta, resistente agli acidi (escluso il fluoridrico) ed agli alcali, impermeabile, in modo che un pezzo immerso, perfettamente secco, nell'acqua non ne assorba più di 3,5 per cento in peso; ogni elemento di tubazione, provato isolamento, deve resistere alla pressione interna di almeno tre atmosfere.

d) Tubi di cemento – I tubi di cemento dovranno essere confezionati con calcestruzzo sufficientemente ricco di cemento, ben stagionati, ben compatti, levigati, lisci, perfettamente rettilinei a sezione interna esattamente circolare di spessore uniforme e scevri affatto da screpolature. Le superfici interne dovranno essere intonacate e lisciate. La frattura dei tubi di cemento dovrà essere pure compatta, senza fessure ed uniforme. Il ghiaiettino del calcestruzzo dovrà essere così intimamente mescolato con la malta, che i grani dovranno rompersi sotto l'azione del martello senza distaccarsi dalla malta.
L'appaltatore li fornirà in opera adottando il sistema di giunzione (semi rigida, plastica a caldo o a freddo, elastica) che la D.L. riterrà più idoneo allo specifico utilizzo (**UNI ISO 4482**). Per il convogliamento e lo scarico di acque nere sarà vietato l'utilizzo di tubi in cemento senza che essi siano debitamente trattati con idonee sostanze protettive.

e) Tubi di cemento-amianto – Costituiti da una miscela di cementi selezionati, additivi e fibre di amianto dovranno possedere elevata resistenza alla trazione ed alla flessione, giusta elasticità, inalterabilità al gelo ed alle intemperie, assoluta impermeabilità all'acqua, resistenza al fuoco e scarsa conducibilità del calore secondo quanto stabilito dalla norma **UNI 6159**, dovranno essere ben stagionati mediante immersione in acqua per non meno di una settimana.
Se previsto avranno un'estremità forgiata a bicchiere e l'interno interamente rivestito con protettivi impermeabili di spessore uniforme. I diametri, gli spessori ed i sistemi di giunzione saranno quelli prescritti dagli elaborati di progetto e dalla norma **UNI ISO 4482**.

f) Tubo di terracotta – I tubi in terracotta a pasta colorata dovranno provenire dalla lavorazione di argille facilmente fusibili e ad alto contenuto di carbonato di calcio (fino al 30%).
Il carbonato di calcio finemente macinato dovrà essere sparso in modo uniforme nell'argilla assolutamente scevra di grossi grumi di sabbia calcarea capaci di formare durante il procedimento di cottura vistose inclusioni di calce che a contatto con l'acqua rigonfierebbero producendo fessurazioni.

g) Tubi di PVC rigido – Formati per estrusioni di mescole a base di cloruri di polivinile (stabilizzato e privo di additivi plastificanti), dovranno essere ben calibrati, di struttura omogenea, di colorazione uniforme, non deformati e resistenti alle alte temperature (70-95).
Le loro caratteristiche tecnologiche, la pressione nominale, i diametri e gli spessori, in relazione all'utilizzo, dovranno essere quelli prescritti dagli elaborati di progetto e dalle norme **UNI 7441-48** e **7475**. I sistemi di giunzione, i raccordi, le curve ed i pezzi speciali avranno le caratteristiche richieste dalla norma UNI 7442 e 8453. Se utilizzati per l'adduzione e la distribuzione delle acque in pressione dovranno avere le caratteristiche richieste dalla Circolare del Ministero della Sanità n. 125 del 18 luglio 1967.
SS UNI E13.08.497.0 – 01/09/1990 – *Tubi in PVC rigido (non plastificato) per condotte di fluidi in pressione. Tipi, dimensioni e requisiti (codice ICS: 23.040.20).*
UNI 8649:1985 – 01/09/1985 – *Profilati di PVC rigido (non plastificato) per applicazioni edilizie. Metodi di prova generali. (codice ICS: 83.140).*
UNI ISO/TR 7473:1983 – 30/06/1983 – *Tubi e raccordi di policloruro di vinile (PVC) rigido (non plastificato). Resistenza chimica nei confronti dei fluidi (codice ICS: 23.040.20 23.040.45).*

h) Tubi di rame – L'appaltatore dovrà fornire esclusivamente tubi costituiti da rame Cu-DHP (UNI 5649 parte 1) a superficie (interna ed esterna) perfettamente liscia e priva di difetti.
Sui tubi, ad intervalli di 60 cm, deve essere visibile la punzonatura indicante il marchio, il nome del produttore, l'anno di fabbricazione ed il titolo di purezza del materiale. Il rivestimento dei tubi di rame sarà quello previsto dall'art. 12 del D.M. 1052.
Le prove di accettazione per i tubi in rame saranno quelle previste dalla normativa **UNI 6507**.
Le giunzioni dovranno essere effettuate mediante manicotti, raccordi e pezzi speciali che, conformi alla norma **UNI 8050/4-11**, andranno posizionati nei tubi ben tagliati a squadra, calibrati e puliti.
I diametri e gli spessori, i sistemi di fissaggio e di curvatura saranno quelli prescritti dagli elaborati di progetto o ordinati dalla D.L.
I tubi di rame devono rispondere ai requisiti previsti dalle seguenti norme:
UNI EN 1057 – *Rame e leghe di rame. Tubi rotondi di rame senza saldatura per acqua e gas nelle applicazioni sanitarie e di riscaldamento.*
UNI 6507 – *Tubi di rame senza saldatura per distribuzione fluidi. Dimensioni, prescrizioni e prove.*

i) Tubi di piombo – Si dovranno impiegare tubi confezionati con piombo finemente lavorato, privo di difetti ed impurità, duttile, grigio ed in sonoro alla percussione secondo le norme **UNI 3165 e 6450**. I tubi in piombo per impieghi generali e per condotte in pressione sono regolamentati rispettivamente dalle norme:
UNI 7527-1 – *Tubi di piombo. Tubi per impieghi generali.*
UNI 7527-2 – *Tubi di piombo. Tubi per condotte in pressione.*
UNI 7043 – *Curve di piombo. Dimensioni e prescrizioni.*
Sarà vietato utilizzare tubi in piombo per la realizzazione di condotte di acqua calda o potabile anche per raccordi di piccola entità.

- Sostanze impregnanti - Generalità

L'impregnazione dei materiali che costituiscono l'involucro esterno degli edifici, è una lavorazione tesa a prevenire il degrado operato da un'azione fisica, che agisce mediante un continuo bombardamento di microparticelle presenti nell'atmosfera e spinte dai venti. L'impregnante, in questo caso, dovrà evitare una rapida disgregazione delle superfici; un'azione chimica, che agisce mediante un contatto, occasionale o continuato, con sostanze attive quali piogge acide ed inquinanti atmosferici. In questo caso l'impregnante dovrà fornire alle superfici un'appropriata inerzia chimica.
La scelta della sostanza impregnante dipenderà dalla natura e dalla consistenza delle superfici che potranno presentarsi rivestite con intonaci e coloriture realizzati nel corso dei lavori di restauro; rivestite con intonaci e coloriture preesistenti al restauro; prive di rivestimento con pietra a vista compatta e tenace; prive di rivestimento con pietra a vista tenera e porosa.
Essendo, quindi, varia sia la natura dei materiali che formano le superfici esterne che il tipo di agenti che innescano il degrado, le sostanze impregnanti dovranno svolgere le seguenti funzioni:
- difesa dall'attacco chimico che si effettuerà mediante la idrofobizzazione dei supporti in modo da renderli adatti a limitare l'assorbimento delle acque meteoriche;
- difesa dall'attacco fisico che si otterrà mediante il consolidamento dei supporti al fine di accrescere o fornire quelle capacità meccaniche di resistenza al degrado che non hanno mai posseduto o che, col trascorrere del tempo, si sono indebolite. La scelta delle sostanze impregnanti sarà effettuata in funzione delle risultanze emerse a seguito delle diagnosi e delle indagini preliminari (vedi lo specifico articolo del presente capitolato) che verranno, in ogni caso, condotte secondo quanto prescritto dalle raccomandazioni NORMAL. In particolare, le caratteristiche richieste in base al loro impiego, saranno le seguenti:
- elevata capacità di penetrazione
- buona inerzia chimica nei confronti dei più diffusi agenti inquinanti

– comprovata inerzia cromatica
– soddisfacente compatibilità fisico/chimica con il materiale da impregnare
– totale reversibilità della reazione d'indurimento.

MODALITÀ DI ACCETTAZIONE
I prodotti saranno valutati al momento della fornitura; la direzione dei lavori ai fini della loro accettazione può procedere a controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure chiedere un attestato di conformità. In caso di contestazione i metodi di campionamento e di prova delle caratteristiche di cui sopra sono quelli stabiliti dalle norme UNI ed in mancanza di queste ultime, quelli descritti nella letteratura tecnica (primariamente norme internazionali od estere).

- Impregnanti ad effetto idrofobizzante

I prodotti da usare per l'idrofobizzazione dei materiali edili dovranno possedere le seguenti caratteristiche documentate da prove applicative e da analisi di laboratorio:
– basso peso molecolare ed elevato potere di penetrazione
– resistenza all'attacco fisico/chimico degli agenti atmosferici
– resistenza chimica in ambiente alcalino
– assenza di effetti collaterali (produzione di sali)
– perfetta trasparenza ed inalterabilità del colore
– traspirazione tale da non ridurre, nel materiale trattato, la preesistente permeabilità ai vapori oltre il valore limite del 10%.

1) Polimeri organici – Dovranno possedere un'elevata resistenza agli alcali e dai raggi ultravioletti senza che venga diminuita la naturale predisposizione dei materiali edili alla diffusione dei vapori. Dovendosi applicare sotto forma di emulsioni o di soluzioni acquose, avranno, generalmente, una scarsa capacità di penetrazione e potranno causare una sensibile variazione di colore ed un effetto traslucido sulle superfici; il loro utilizzo, quindi, su manufatti di particolare valore storico-artistico sarà vincolato ad una specifica autorizzazione della D.L. o degli organi preposti alla tutela del bene in oggetto.

2) Composti organici del silicio
Siliconati – Particolarmente indicati per trattamenti idrofobizzanti di cemento e materiali a base alcalina, poiché formano, a causa dell'azione combinata dell'acqua con l'anidride carbonica, sali (organo-sil-sesquiossani), il loro utilizzo sarà condizionato alla specifica autorizzazione della D.L. o degli organi preposti alla tutela del bene in oggetto.
Silani – Gli organo-alcossi-silani sono monomeri capaci di impregnare materiali poco assorbenti quali i calcestruzzi; dovranno essere applicati in concentrazioni elevate (20-40% di sostanza attiva) perchè la loro alta tensione di vapore, dopo l'applicazione, potrebbe comportare forti perdite di prodotto.
Organo-silossani – Polimeri – Sono indicati per l'impregnazione di pietre molto porose; le soluzioni in commercio hanno una concentrazione di sostanza attiva intorno ai valori del 5-10%. Se vengono impiegati su materiali compatti e poco assorbenti, occorrerà abbassarne il peso molecolare al fine di ottenere una maggiore profondità di penetrazione senza eccessive perdite di prodotto.
Organo-silossani-oligopolimeri – Appartengono a questa categoria, i metil-etossi-silossani oligopomeri che si presentano sotto forma di concentrati liquidi privi di solvente. La loro caratteristica più rilevante è l'elevata capacità di penetrazione che è funzione della particolare struttura chimica; infatti, riescono ad infiltrarsi all'interno dei capillari più sottili della pietra grazie ai loro particolari legami incrociati. La capacità di penetrazione dei silossani oligopolimeri dovrà essere migliorata utilizzando, dietro apposita autorizzazione della D.L., solventi, nei quantitativi prescritti dal produttore, che trasportino la sostanza attiva all'interno della struttura da idrofobizzare.

- Impregnanti contro la formazione di efflorescenze saline

Gli impregnanti da utilizzare per i trattamenti antisalinità o stabilizzanti della salinità, oltre a possedere le caratteristiche di cui all'art. "Sostanze impregnanti – Generalità", dovranno essere in grado di:
– impregnare in profondità anche i supporti umidi
– inibire le migrazioni saline dall'interno della struttura verso le superfici esterne
– agire ad ampio spettro su tutti i tipi di formazioni saline
– lasciare inalterata la permeabilità al vapore del supporto
– assicurare la possibilità di ripetere più volte il trattamento
– non generare nei supporti strati con differenti caratteristiche meccaniche.
Avranno, inoltre, le seguenti caratteristiche:
– agente chimico attivo : miscela di derivati del silicio
– peso specifico: < 0, 90 g/cmc +/– 2%
– residuo secco: > 20% in peso +/– 2%
– flash point: > 21°C.
Per i trattamenti antisalinità si utilizzano, in genere, prodotti a base di silani, silossani e polisilossani (o combinazioni fra tali resine) in dispersione acquosa che hanno la proprietà di formare un filtro antisalinità ad ampio spettro contro diversi tipi di sali (cloruri, nitrati e solfati). Va escluso l'uso di reattivi (acido fluoridrico, fluosilicato di piombo, fluosilicati alcalini) "distruttori" di specifici sali in quanto queste sostanze possono produrre all'interno dei pori, come

conseguenza della reazione chimica, dei depositi di cristalli capaci di variare le caratteristiche meccaniche degli strati più esterni della muratura.

- Impregnanti per interventi di deumidificazione

Gli impregnanti da utilizzare per interventi di deumidificazione, oltre a possedere le caratteristiche di cui all'art. "Sostanze impregnanti - Generalità" ed a garantire una riduzione dell'assorbimento di acqua nel supporto pari al 95% ed una riduzione dell'assorbimento degli ioni cloro pari al 99%, dovranno avere le seguenti caratteristiche:
– agente attivo: miscela in solvente di silani e silossani
– massa volumica: 0, 85 g/l +/– 2%
– residuo secco: 20% in peso +/– 2%
– viscosità: 15 cps +/– 2%.

- Impregnanti ad effetto consolidante

L'impregnante ad effetto consolidante da utilizzare nei lavori di restauro, dovrà avere le seguenti caratteristiche:
– elevata capacità di penetrazione nelle zone di pietra carenti di legante
– resistenza chimica agli agenti inquinanti
– spiccata capacità di ripristinare i leganti della pietra senza depositare sali superficiali
– capacità di fare trasparire la pietra in modo da conservare la diffusione del vapore
– profonda penetrazione che eviti la formazione di pellicole in superficie
– "pot-life" molto lungo tale da consentire l'indurimento solo ad impregnazione completata
– perfetta trasparenza priva di effetti traslucidi
– capacità di mantenere inalterato il colore della pietra.

1) Resine organiche – Alcune resine organiche, diluite con solventi, possiedono la capacità di diffondersi in profondità all'interno dei materiali. Questa proprietà dipende da diversi fattori:
– dal peso molecolare e dalla viscosità della resina
– dalla tensione superficiale della soluzione
– dalla polarità dei solventi
– dalla velocità d'evaporazione dei solventi.

Le resine che polimerizzano dopo l'applicazione (epossidiche e poliuretaniche), oltre ad avere la capacità di diffondersi all'interno della pietra anche senza l'ausilio del solvente, possiedono un basso peso molecolare (250-350) ed una viscosità a 25°C intorno ai 250 cps. Le resine che induriscono per essiccamento (evaporazione del solvente) poiché possiedono un elevato peso molecolare che determina la loro diffusione poco omogenea all'interno del manufatto, potranno essere utilizzate solo in soluzione con residui secchi molto bassi (10-15%). E evidente che la qualità di legante risulta determinante ai fini della qualità del consolidamento; si dovranno, quindi, preferire sistemi a base di solventi a rapida vaporizzazione che assicurino residui secchi più elevati e tempi di permanenza più brevi all'interno dei materiali. Su manufatti di particolare valore storico-artistico, l'utilizzo delle resine organiche sarà condizionato alla specifica autorizzazione della D.L. e degli organi preposti alla tutela del bene in oggetto.

1.a Resine epossidiche – Il loro impiego dovrà essere attentamente vagliato dall'appaltatore, dietro espresso giudizio della D.L., in quanto pur possedendo ottime capacità leganti ed elevate resistenze meccaniche e chimiche, risultano poco resistenti all'ingiallimento provocato dai raggi UV. Potranno essere impiegate per la protezione di edifici industriali, di superfici in calcestruzzo e di manufatti sottoposti ad una forte aggressione chimica.

1.b Resine poliuretaniche – I poliuretani sono polimeri nelle cui macromolecole sono presenti dei raggruppamenti uretanici; si ottengono facendo reagire gli isocianati con gli alcoli polivalenti. Dovranno possedere le seguenti proprietà:
– assenza di ingiallimento
– elevata resistenza agli agenti atmosferici ed ai raggi ultravioletti
– indurimento regolabili fino a 24 ore dopo l'applicazione
– reversibilità fino a 36 ore dopo l'applicazione
– basso peso molecolare
– residuo secco intorno al 3%
– viscosità a 25°C intorno a 250 cps.

1.c Resine acril-siliconiche – A base di resine acriliche e siliconiche disciolte in particolari solventi, risultano indicate per interventi di consolidamento di materiali lapidei specie quando si verifica un processo di degrado provocato dall'azione combinata di aggressivi chimici ed agenti atmosferici. Sono particolarmente adatte per il restauro di opere d'arte e di monumenti in pietra calcarea o arenaria. Le resine acril-siliconiche dovranno essere diluite con le apposite sostanze solventi nei quantitativi indicati dal produttore o consigliati dalla D.L. Dovranno essere completamente reversibili anche dopo l'indurimento, generare nel materiale trattato un aumento del carico di rottura ed una forte resistenza agli sbalzi termici eliminando, nel contempo, i fenomeni di decoesione. Dovranno possedere le seguenti caratteristiche:
– residuo secco: 10% +/– 2%
– peso specifico: 1, 050 g/l +/– 2%
– colore gardner: inferiore a 1
– essiccazione: da 15 a 20°C secco al tatto.

2) Impregnanti a base di sostanze minerali – Sono prodotti adatti al consolidamento di superfici di particolare pregio artistico (fregi, bassorilievi, affreschi, ecc.) in quanto formulati per risultare perfettamente compatibili con le caratteristiche fisiche, chimiche e meccaniche delle più diffuse pietre calcaree ed arenarie. Essendo alcuni di recente formulazione, il loro impiego dovrà sempre essere autorizzato dalla D.L. e dagli organi preposti alla tutela del bene in oggetto.
Silicati di etile – Sono sostanze basso-molecolari che penetrano in profondità nella pietra. Grazie all'azione di un catalizzatore neutro, reagiscono con l'umidità atmosferica e con l'acqua presente all'interno dei pori della pietra, liberando alcool e formando un gel di silice che diventa il nuovo legante dei granuli disgregati; i sotto prodotti della reazione chimica sono inattivi in quanto si volatilizzano rapidamente. I formulati a base di silicato di etile per risultare adatti al consolidamento di edifici monumentali, dovranno possedere le seguenti proprietà:
– basso peso molecolare
– essiccamento fuori polvere
– assenza di prodotti dannosi per la pietra
– legante minerale affine a quello del materiale trattato
– resistenza agli acidi
– capacità di fare traspirare i pori della pietra
– permeabilità al vapore d'acqua.

- Prodotti per la pulizia dei manufatti lapidei

Generalità – La pulizia delle superfici esterne di un edificio, soprattutto se di valore storico/artistico, è un'operazione complessa che necessita di un'attenta analisi sulla natura delle croste e dei manufatti lapidei al fine di determinare il processo chimico che innesca il degrado e, quindi, la scelta dei prodotti e delle metodologie più appropriate (raccomandazioni NORMAL). All'appaltatore sarà, quindi, vietato utilizzare qualsiasi tipo di prodotto, anche prescritto, senza la preventiva esecuzione di prove applicative o esplicita autorizzazione della D.L.
Reagenti chimici – La pulizia con reagenti chimici richiederà la massima cautela per la difficoltà di controllo delle sua azione corrosiva. Essa dovrà, infatti essere effettuata esclusivamente dietro specifica autorizzazione della D.L. e solo sulle zone ove le croste si presentano più tenaci. In genere, s'impiegheranno dei formulati in pasta resi tixotropici della carbossilcellulosa che verranno diluiti, per mitigare la loro azione urticante, con i quantitativi d'acqua prescritti dalla D.L.

MODALITÀ DI ACCETTAZIONE
I prodotti saranno valutati al momento della fornitura; la direzione dei lavori ai fini della loro accettazione può procedere a controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure chiedere un attestato di conformità. In caso di contestazione i metodi di campionamento e di prova delle caratteristiche di cui sopra sono quelli stabiliti dalle norme UNI ed in mancanza di queste ultime, quelli descritti nella letteratura tecnica (primariamente norme internazionali od estere).
1) Sostanze alcaline – Composte prevalentemente da alcali caustici, polimeri e agenti reologici, presenteranno, in genere le seguenti proprietà:
– alcalinità 10-20%
– pH 13-14
– pH 1% in acqua 12-13
– peso specifico 1,247 g/ml
– viscosità DIN 20.
2) Neutralizzatori – Composti da acidi e solventi in acqua, saranno, impiegati per interrompere l'azione delle sostanze alcaline. Il loro utilizzo sarà opportunamente vagliato dalla D.L. in quanto, talvolta, su superfici particolarmente reattive potrebbero produrre sali solubili che, penetrando all'interno, danneggerebbero irreversibilmente i materiali. Presenteranno le seguenti caratteristiche:
– acidità 1-10%
– pH 1% in acqua 2-4
– peso specifico 1,043 g/ml.
3) Sostanze acide – Costituite da acidi inorganici e tensioattivi, dovranno essere impiegate esclusivamente su materiali di natura non calcarea. Presenteranno le seguenti proprietà:
– pH 0-1
– pH 1% in acqua 0-2
– peso specifico 1-1.35 g/ml
– viscosità DIN 20.
AB 57 – Si tratta di un formulato messo a punto dai tecnici dell'Istituto Centrale del Restauro di Roma. È composto da:
– acqua cc. 1000
– bicarbonato d'ammonio g 30
– bicarbonato di sodio g 50
– E.D.T.A (sale bisodico) g 25
– desogen (sale d'ammonio quaternario) cc. 10 (tensioattivi, fungicida)
– carbossimetilcellulosa g. 60.

Dovrà avere pH intorno a 7-5 e la quantità di E.D.T.A. potrà essere variata e portata, se ritenuto necessario, a 100-125 g. Alla miscela potranno essere aggiunte ammoniaca o trietanolammina allo scopo di facilitare la dissoluzione di componenti "grassi" presenti nella crosta.

Esametofosfato di sodio e Formiato di ammonio – Sono sali che hanno la proprietà di sciogliere il gesso senza intaccare il carbonato di calcio. Dovranno essere usati in soluzioni con il 5-10% d'acqua e, su richiesta della D.L., potranno essere miscelati fra loro al fine di ottenere una maggiore capacità solvente. Potrà essere anche aggiunto un sapone liquido di tipo neutro o leggermente alcalino (5-10 cc. litro) al fine di favorire una migliore bagnabilità ed asportazione delle croste grasse prodotte dagli idrocarburi alifatici.

Detergenti – Sono tensioattivi organici costituiti da catene di atomi di carbonio alle quali sono attaccati uno o più gruppi idrofili. Saranno impiegati allo scopo di diminuire la tensione superficiale dell'acqua in modo da aumentare il potere ammorbidente. L'uso dei detergenti dovrà essere opportunamente vagliato dalla D.L.; infatti, i tensioattivi oltre a sciogliere il gesso ed il carbonato di calcio (che sono i leganti più comuni delle croste), agiscono anche sulle pietre corrodendole e formando sali solubili.

Argille assorbenti – Potranno essere impiegate due tipi di argille: la sepiolite e l'attapulgite. Sono fillosilicati idrati di magnesio capaci d'impregnarsi di oli e grassi senza operare azioni aggressive sulla superficie delle pietre deteriorate. La granulometria dei due tipi d'argilla dovrà essere di almeno 100-200 Mesh. Dovranno essere fornite nei contenitori originali sigillati e saranno preparate diluendole esclusivamente con acqua distillata o deionizzata fino a raggiungere una consistenza pastosa che consenta la loro collocazione in spessori di circa 2-3 cm.

Impacchi biologici – Gli impasti, a base di sepiolite o attapulgite, avranno la seguente composizione:
– 1 lt di acqua
– 50 di aurea
– 20 cc. di glicerina.

Il fango che si otterrà dovrà essere steso in spessori di almeno 2 cm.

Biocidi – Per interventi su muschi e licheni si possono utilizzare soluzioni acquose all'1/2% di ipoclorito di litio. Per i licheni soluzioni di sali di ammonio quaternario in acqua all'1/2% o di pentaclorofenolo di sodio all'1%. Per le alghe verdi e le muffe è possibile irrorare la superficie intaccata con formalina oppure con una soluzione di acqua ossigenata (25%) e ammoniaca.

Per le alghe e la microflora si potrà anche utilizzare un germicida disinfettante come il benzalconio cloruro in soluzione acquosa dell'1/2% da applicare a spruzzo.

Molti di questi prodotti non esplicano un persistente controllo algale, sarà pertanto utile applicare sulle superfici interessate prodotti algicidi in solvente, in grado di esplicare un'azione preventiva e di controllo della microflora (alghe, licheni, muffe, microfunghi, ecc.).

Tutti i biocidi, pur non essendo in linea di massima tossici per l'uomo, saranno comunque da utilizzare con molta attenzione e cautela; alla loro applicazione dovrà sempre seguire un abbondante risciacquo con acqua deionizzata.

La disinfestazione di alghe cianoficee e cloroficee potrà essere effettuata mediante appropriati sali di ammonio quatemario (cloruri di alchildimetilbenzilammonio); il formolo ed il fenolo.

Per le alghe potranno essere utilizzati composti di rame quali il solfato di cupitetramina (NH3)4CUS04 e i complessi solfato di rame idrazina CUS04-(N2H5)2S04, o anche i sali sodici dell'acido dimetiltiocarbammico e del mercaptobenzotriazolo.

La disinfestazione di muschi e di licheni può essere eseguita mediante l'applicazione di una soluzione acquosa all'1-2% di ipoclorito di litio, oppure di benzalconio cloruro sempre in soluzione acquosa all'02%. Il benzalconio cloruro è di fatto un disinfettante germicida con spettro d'azione che coinvolge batteri, lieviti, microflora e alghe. L'effetto nel controllo algale e della microflora non risulta però persistente. Può essere utilizzato su varie superfici (vetro, metallo, pietra, marmo, ceramica, carta).

Clorotriazina – Il prodotto, posto in commercio con il marchio Primatol M50, è una polvere bagnabile al 50% di principio attivo ed è stato assegnato alla terza classe tossicologica. L'inerzia chimica del principio attivo e la scarsissima solubilità, lo rendono molto stabile. Poiché agisce principalmente per assorbimento radicale, sarà particolarmente indicato per il trattamento delle infestanti sia a foglia larga (dicotiledoni) sia a foglia stretta (graminacee).

Metosittriazina – Il prodotto posto in commercio con il marchio Primatol 3588, è formulato in polvere bagnabile al 25% di principio attivo, con il 2% di GS13529 è stato assegnato alla terza classe tossicologica. Per le sue caratteristiche chimiche è molto stabile nel terreno, ove penetra a maggior profondità rispetto al formulato precedente.

Questo agirà per assorbimento radicale e fogliare, sarà quindi caratterizzato da una vasta gamma di azione anche su infestanti molto resistenti. Sarà particolarmente adatto per applicazioni su strutture murarie.

Trattamenti disinfestanti del legno – Contro il capricorno delle case e l'hesperophanescineres sarà consentito l'uso di sostanze solubili in acqua solo in particolari condizioni; questi saranno a base di miscele, di fluoruro di sodio dinitrofenolo e bicromati, poliborati di sodio. In linea di massima potranno essere utilizzati prodotti a base di naftalina clorurata, hentaclorofenolo, ossido tributilico di stagno, tetraclorofenolo, paradiclorobenzolo, esaclorocicloesano.

Per il trattamento antimicetico è consentito l'uso di prodotti particolarmente efficaci anche contro gli insetti; prodotti a base di fluoruri, composti di cromo ed arsenico, pentaclorofenolo, ecc.

- Materiali per impianti elettrici

Generalità – I materiali da utilizzare per gli impianti elettrici dovranno essere adatti all'ambiente in cui saranno installati ed, in particolare, dovranno essere in grado di resistere alle azioni meccaniche o termiche alle quali potrebbero essere esposti durante l'esercizio.
In tal senso dovranno essere rispondenti alle specifiche norme CEI ed alle tabelle di unificazione CEI-UNEL. Inoltre, ove previsto, sia i materiali che gli apparecchi elettrici dovranno essere muniti del marchio di qualità o del contrassegno CEI o avere ottenuto il rilascio di un attestato di conformità da parte di uno degli organismi competenti della Comunità Economica europea, oppure essere muniti di dichiarazione di conformità rilasciata dal costruttore.
Gli impianti elettrici dovranno essere realizzati in rispondenza alle seguenti leggi: collegio 1 marzo 1968, n. 186, e 5 marzo 1990, n. 46, D.P.R. 6 dicembre 1991, n. 447, D.P.R. 21 aprile 1993, n. 246, D.L. 25 novembre 1996, n. 626, D.P.R. 30 aprile 1999, n. 162.
Si considerano eseguiti a regola d'arte gli impianti elettrici realizzati secondo le norme CEI applicabili, in relazione alla tipologia di edificio, di locale o di impianto specifico oggetto del progetto e precisamente:
CEI 11-17 (1981) e variante VI (1989): *Impianti di produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo.*
CEI 64-8 (1987) e varianti V 1 (1988) e V2 (1989): *Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua.*
CEI 64-9 (1987): *Impianti elettrici utilizzatori negli edifici a destinazione residenziale e similiare.*
CEI 64-2 (1987): *Impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione o di incendio.*
CE1 64-10 (1988): *Impianti elettrici nei luoghi di pubblico spettacolo e intrattenimento.*
CEI S1423: *Raccomandazioni per l'esecuzione degli impianti di terra negli edifici civili.*
CEI 103-1 (1971) e variante V 1 (1987): *Impianti telefonici interni.*
CEI 64-50 – UNI 9620: edilizia residenziale – *Guida per l'integrazione nell'edificio degli impianti elettrici utilizzatori, ausiliari e telefonici.*
Ove applicabili andranno rispettate le disposizioni del D.M. 16 febbraio 1982 e della legge 818 del 7 dicembre 1984.
In impianti esterni agli edifici o all'interno per tensioni superiori a 220 V, non sarà ammesso l'utilizzo di isolanti quali legno, marmo, ardesia, materiali fibrosi e simili.
I materiali non previsti nel campo di applicazione della legge 18 ottobre 1977, n. 791 per i quali non esistono norme di riferimento dovranno essere conformi alla legge 1 marzo 1968, n. 186. Tutti i materiali dovranno essere esenti da difetti qualitativi e di lavorazione ed i componenti dovranno essere conformi alle prescrizioni di sicurezza delle rispettive norme e saranno scelti e messi in opera tenendo conto delle caratteristiche di ciascun ambiente.
Conduttori – I conduttori da impiegare nell'esecuzione di impianti elettrici dovranno avere il tipo ed il grado di isolamento previsto dalle norme CEI; in particolare per ambienti normali e per tensioni non superiori a 220 V, il grado di isolamento non dovrà essere inferiore al valore 2.
Per l'isolamento dei cavi saranno ammesse solo gomme vulcanizzabili quali: policloroprene, polimeri di isobutilene, isoprene, ecc.; non saranno ammessi materiali che si alterano alle massime temperature.
I conduttori, costituiti esclusivamente da rame elettrolitico o da alluminio di prima fusione, avranno una sezione calcolata in relazione al carico ed alla lunghezza del circuito in modo che la caduta di tensione rimanga nei limiti prescritti dal fascicolo 316 delle norme CEI; i valori delle portate dei singoli conduttori saranno quelli contenuti nelle tabelle UNEL. I conduttori, infine, dovranno essere contraddistinti, in funzione del loro utilizzo, dalle seguenti tinte:
– conduttori di protezione: giallo/verde (bicolori)
– conduttori neutri: blu chiaro
– conduttori di fase: nero, marrone o grigio.

La sezione dei conduttori neutri non dovrà essere inferiore a quella dei corrispondenti conduttori di fase; la sezione dei conduttori di terra dovrà essere uguale alla sezione dei conduttori di fase quando questi hanno una sezione fino a 16 mm; metà della sezione di fase (con un valore minimo di mm 16) ove i conduttori di fase abbiano sezioni superiori ai 16 mm.
Tubi protettivi e loro accessori – I tubi protettivi, al cui interno passeranno i fasci dei conduttori, siano essi di acciaio smaltato o in materiali termoplastici sia rigidi o flessibili che leggeri o pesanti, dovranno avere le caratteristiche richieste dalle norme CEI 23/7 – 23/8 – 23/14 – 23/17 e dalle rispettive tabelle UNEL. Il diametro interno dei tubi protettivi non dovrà essere inferiore a mm 10, mentre quello interno dovrà permettere un agevole sfilamento dei cavi ed essere pari almeno ad 1,3 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio dei cavi in esso contenuto; per i tubi protettivi in guaina metallica il valore minimo sarà pari a 1,5 volte il diametro del fascio dei cavi.
Apparecchiature di comando ed accessori – Le prese, gli interruttori ed, in genere, tutte le apparecchiature di comando dovranno essere proporzionate ai carichi di esercizio ed adatte allo specifico utilizzo ed ai locali in cui verranno installate. Esse dovranno essere costituite da idonei materiali isolanti capaci di disperdere il calore in modo da evitare surriscaldamento o deformazioni. Gli interruttori, i deviatori, i pulsanti, i commutatori, ecc. siano essi ad incasso o esterni, dovranno essere del tipo previsto dalle norme CEI 23/3 – 5 – 9 – 16. Le morsettiere, siano esse in materiale ceramico o termoplastico, dovranno avere morsetti distinti per i conduttori neutri, per quelli di fase e per quelli di terra.
Le cassette ad incasso o esterne dovranno assicurare l'agevole dispersione del calore, il saldo aggancio ai muri con idonei sistemi di fissaggio e la loro semplice apertura e facile ispezione; i coperchi delle cassette dovranno essere fissati facilmente ed assicurare, se necessario, anche una chiusura stagna.
Le scatole di contenimento di prese, interruttori e comandi dovranno essere costituite da materiale isolante molte resistente ed essere predisposte per un saldo fissaggio alle murature mediante viti o sistemi similari.

Le valvole fusibili, del tipo magneto/metrico con capacità minima di rottura pari a 1.550 A, dovranno rapportare al carico dell'impianto ed essere contenute, in posizione ben visibile e facilmente ispezionabile, in apposite cartucce isolate.
Materiali vari – Qualsiasi materiale da usare per il completamento degli impianti elettrici dovrà essere di ottima qualità e rispondere alle specifiche norme che regolano il suo utilizzo e la sua costruzione. Le suonerie ed i loro trasformatori dovranno essere contenuti in apposite cassette, esterne o ad incasso, complete di coperchi; esse avranno entrate proporzionate alle tensioni di esercizio ed uscite conformi alla tensione del dispositivo acustico.
I quadretti per gli interruttori automatici saranno costituiti, salvo diverse disposizioni della D.L., da due interruttori differenziali con valvole magneto/termiche (15-30 mA); dei due, uno sarà utilizzato per il circuito d'illuminazione e l'altro per l'alimentazione di apparecchiature elettriche.
I quadri di alimentazione saranno provvisti di apposite apparecchiature di misura: amperometri, voltmetri elettromagnetici, interruttori magneto/termici differenziali (bipolari: 30 mA; tripolari 500 mA), ecc.; i quadretti saranno muniti di targhette con l'indicazione esatta del servizio comandato. I portalampada saranno di tipo rispondente alle norme CEI 23/10 – 15; gli apparecchi elettrotermici e gli scalda acqua alle norme CEI 107.
Le apparecchiature per l'illuminazione esterna saranno di tipo perfettamente stagno e dotate di ogni accessorio atto all'attacco delle lampade, dei reattori, dei morsetti e degli alimentatori; le loro eventuali parti metalliche dovranno essere preverniciate a forno e trattate con validi procedimenti antiruggine.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO
Il direttore dei lavori nel corso della realizzazione verificherà se i materiali impiegati e la loro messa in opera sono conformi a quanto stabilito dal progetto. Le verifiche dell'impianto elettrico saranno condotte secondo le indicazioni del capitolo 61 della Norma CEI 64-8: art. 611. Esame a vista: art. 612. Prove. In linea generale le operazioni di collaudo di un impianto elettrico possono così articolarsi: esame a vista, rilievi strumentali e calcoli di controllo.
Le verifiche dovranno essere eseguite anche nei casi di trasformazioni, ampliamenti o interventi che hanno alterato le caratteristiche originarie.
Le prove consisteranno nell'effettuazione delle misurazioni al fine di accertare l'efficienza dell'impianto. La misura sarà eseguita mediante una idonea strumentazione, le prove potranno riguardare:
– la continuità dei conduttori di protezione compresi i conduttori equipotenziali principali e supplementari
– la resistenza dell'isolamento dell'impianto elettrico
– la resistenza d'isolamento dei pavimenti e delle pareti
– la separazione dei circuiti
– la protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione
– la prova di polarità
– la prova di tensione applicata
– le prove di funzionamento alla tensione nominale
– la verifica della protezione contro gli effetti termici.
Al termine dei lavori si farà rilasciare un rapporto di verifica dell'impianto elettrico, come precisato nella "Appendice G" della Guida CEI 64-50 – UNI 9620, attestante che l'impianto è stato eseguito a regola d'arte. Raccoglierà inoltre la documentazione più significativa per la successiva gestione e manutenzione.

- *Materiali per impianti idrici*

Apparecchi igienico sanitari – Gli apparecchi igienico sanitari (lavabi, vasi, bidet, piatti doccia, lavelli, vasche e loro accessori) siano essi in materiale ceramico, in resine metacriliche o in metallo preverniciato (acciaio o ghisa), dovranno avere caratteristiche tecniche conformi a quelle prescritte dalle norme **UNI (8192-96; 8949-52; 4543),** dimensioni e tinte richieste dagli elaborati di progetto, essere di pregevole fattura ed esenti da bolle, scheggiature, grumi o macchie di qualsiasi genere.
L'appaltatore, se richiesto dalla D.L. sarà tenuto a fornire un campione per ogni apparecchio al fine di fare eseguire le prove prescritte dalle norme **UNI 4543**.
Rubinetterie ed accessori – I rubinetti, i gruppi miscelatori e qualsiasi dispositivo per l'erogazione dell'acqua potabile dovranno possedere le caratteristiche richieste dalle specifiche norme **UNI 7014-26**.
Se costituiti da metalli pesanti (bronzo ed ottone), dovranno avere le parti in vista trattate con idonea nichelatura, cromatura o smaltatura. Lo spessore dello strato di rivestimento sarà quello idoneo ad assicurare la massima durabilità. Le parti filettate ed i relativi dadi o controdadi saranno esclusivamente in ottone.
Apparecchi sanitari – Gli apparecchi sanitari in generale indipendentemente dalla loro forma e dal materiale costituente devono soddisfare i seguenti requisiti: robustezza meccanica; durabilità meccanica; assenza di difetti visibili ed estetici; resistenza all'abrasione; pulibilità di tutte le parti che possono venire a contatto con l'acqua sporca; resistenza alla corrosione (per quelli con supporto metallico); funzionalità idraulica.
Gli apparecchi sanitari in ceramica saranno forniti con le caratteristiche richieste dalle seguenti norme: **UNI 8949/1** per i vasi, **UNI 4543/1** e **8949/1** per gli orinatoi, **UNI 8951/1** per i lavabi, **UNI 8950/1** per bidet. Per gli altri apparecchi deve essere comprovata la rispondenza alla norma UNI 4543/1 relativa al materiale ceramico e alle caratteristiche funzionali di cui sopra.
Gli apparecchi a base di materie plastiche saranno forniti con le caratteristiche richieste dalle seguenti norme **UNI EN 263** per le lastre acriliche colate per vasche da bagno e piatti doccia, norme UNI EN sulle dimensioni di raccordo dei diversi apparecchi sanitari ed alle seguenti norme specifiche: UNI 8194 per lavabi di resina metacrilica; **UNI 8196** per

vasi di resina metacrilica; **UNI EN 198** per vasche di resina metacrilica**; UNI 8192** per i piatti doccia di resina metacrilica; **UNI 8195** per bidet di resina metacrilica.

Condutture di adduzione e di scarico – Le condutture da impiegare per l'esecuzione degli impianti di adduzione e di scarico delle acque dovranno possedere, nei tipi prescritti, le caratteristiche tecniche richieste dal D.M. del 12 dicembre 1985; dalla normativa sanitaria vigente e dall'art. "Tubazioni" del presente capitolato.

Scarichi di apparecchiature sanitarie – Sifoni – Gli elementi costituenti gli scarichi applicati agli apparecchi sanitari si intendono denominati e classificati come riportato nelle norme UNI sull'argomento. Indipendentemente dal materiale e dalla forma essi devono possedere comprovate caratteristiche di inalterabilità alle azioni chimiche e all'azione del calore, realizzare la tenuta tra otturatore e piletta e possedere una idonea regolabilità per il ripristino della tenuta stessa (per scarichi a comando meccanico). Saranno forniti con le caratteristiche richieste dalle norme EN 274 e EN 329; la rispondenza alle norme sarà comprovata da una specifica attestazione di conformità.

Cassette per l'acqua – Indipendentemente dal materiale costituente e dalla soluzione costruttiva devono rispondere alle caratteristiche seguenti:

– troppo pieno di sezione tale da impedire in ogni circostanza la fuoriuscita di acqua dalla cassetta;
– rubinetto a galleggiante che regola l'afflusso dell'acqua, realizzato in modo che, dopo l'azione di pulizia, l'acqua fluisca ancora nell'apparecchio sino a ripristinare nel sifone del vaso il battente d'acqua che realizza la tenuta ai gas;
– costruzione tale da impedire ogni possibile contaminazione della rete di distribuzione dell'acqua a monte per effetto di rigurgito;
– contenimento del livello di rumore prodotto durante il funzionamento.

La rispondenza alle caratteristiche sopra elencate si ritiene soddisfatta quando, in abbinamento con il vaso, soddisfano le prove di pulizia/evacuazione di cui alla norma **UNI 8949/1**.

Valvole, valvole di non ritorno, pompe – Le valvole a saracinesca flangiate per condotte d'acqua devono essere conformi alla norma **UNI 7125**. Le valvole disconnettrici a tre vie contro il ritorno di flusso e zone di pressione ridotta devono essere conformi alla norma **UNI 9157**. Le valvole di sicurezza in genere devono rispondere alla norma **UNI 9335**.

Le pompe devono rispondere alle prescrizioni previste dalle norme **UNI 6781 P. UNI ISO 2548** e **UNI ISO 3555**.

In ogni caso la rispondenza alle norme deve essere comprovata da un certificato di conformità.

Apparecchi per la produzione acqua calda – Gli scaldacqua funzionanti a gas rientrano nelle prescrizioni della legge 6 dicembre 1971, n. 1083; quelli elettrici, in ottemperanza della legge 1 marzo 1978, n.186, devono essere costruiti a regola d'arte; sono considerati tali se rispondenti alle norme CEI. In ogni caso la rispondenza alle norme deve essere comprovata da un certificato di conformità o dalla presenza di marchi UNI e IMQ.

Sistemi di scarico delle acque reflue – In generale i materiali di cui sono costituiti i componenti del sistema di scarico devono rispondere alle seguenti caratteristiche: minima scabrezza, al fine di opporre la minima resistenza al movimento dell'acqua; impermeabilità all'acqua e ai gas per impedire i fenomeni di trasudamento e di fuoriuscita odori; resistenza all'azione aggressiva esercitata dalle sostanze contenute nelle acque di scarico, con particolare riferimento a quelle dei detersivi e delle altre sostanze chimiche usate per lavaggi; resistenza all'azione termica delle acque aventi temperature sino a 90°C circa; opacità alla luce per evitare i fenomeni chimici e batteriologici favoriti dalle radiazioni luminose; resistenza alle radiazioni UV, per i componenti esposti alla luce solare; g) resistenza agli urti accidentali; in generale i prodotti e i componenti devono inoltre rispondere alle seguenti caratteristiche: conformazione senza sporgenze all'interno per evitare il deposito di sostanze contenute o trasportate dalle acque; stabilità di forma in senso sia longitudinale sia trasversale; sezioni di accoppiamento con facce trasversali perpendicolari all'asse longitudinale; minima emissione di rumore nelle condizioni di uso; durata compatibile con quella dell'edificio nel quale sono montati.

I sistemi di accumulo e sollevamento devono essere a tenuta d'aria per impedire la diffusione di odori all'esterno e devono avere un collegamento con l'esterno a mezzo di un tubo di ventilazione di sezione non inferiore a metà del tubo o della somma delle sezioni dei tubi che convogliano le acque nell'accumulo.

Le pompe di sollevamento devono essere di costituzione tale da non intasarsi in presenza di corpi solidi in sospensione la cui dimensione massima ammissibile è determinata dalla misura delle maglie di una griglia di protezione da installare a monte delle pompe.

Sistemi di scarico delle acque meteoriche – In generale tutti i materiali e i componenti devono resistere all'aggressione chimica degli inquinanti atmosferici, all'azione della grandine, ai cieli termici di temperatura (compreso gelo/disgelo) combinate con le azioni dei raggi IR, UV, ecc.); gli elementi di convogliamento e i canali di gronda, oltre a quanto detto, se di metallo devono resistere alla corrosione, se di altro materiale devono rispondere alle prescrizioni per i prodotti per le coperture, se verniciate dovranno essere realizzate con prodotti idonei a resistere in ambiente esterno. I tubi di convogliamento dei pluviali e dei collettori devono rispondere a seconda del materiale a quanto indicato nell'articolo relativo allo scarico delle acque reflue; inoltre i tubi di acciaio inossidabile devono rispondere alle norme **UNI 6901** e **UNI 8317**; per i punti di smaltimento valgono per quanto applicabili le prescrizioni sulle fognature date dalle pubbliche autorità. Per i chiusini e le griglie vale la norma **UNI EN 124**.

- Materiali per impianti di riscaldamento

Generatori di calore – In relazione al combustibile impiegato i generatori di calore potranno essere alimentati: con combustibili solidi; con combustibili liquidi; con combustibili gassosi. In relazione al fluido riscaldato i generatori di calore potranno essere: ad acqua calda; a vapore; ad acqua surriscaldata; ad aria calda. In ogni caso i1 generatore di calore dovrà essere in grado di fornire il calore necessario al rendimento previsto per i vari carichi. L'appaltatore dovrà precisare il tipo e la pressione massima di esercizio, i materiali impiegati, lo spessore della superficie di scambio e il

volume dell'eventuale fluido contenuto. Il generatore sarà dotato degli accessori previsti dalla normativa ed in particolare: dei dispositivi di sicurezza, dei dispositivi di protezione, dei dispositivi di controllo previsti dalle norme ISPEDIL.

NORME DI RIFERIMENTO:
UNI 10389 – *Generatori di calore. Misurazione in opera del rendimento di combustione.*
UNI 7936 – *Generatori di calore ad acqua calda con potenza termica fino a 2,3 MW, funzionanti con combustibile liquido e/o gassoso e bruciatori ad aria sodata. Prova termica.*
UNI 7936 FA 130-84 – *Foglio di aggiornamento n. 1 alla UNI 7936. Generatori di calore ad acqua calda con potenza termica fino a 2,3 MW, funzionanti con combustibile liquido e/o gassoso e bruciatori ad aria sodata. Prova termica.*
UNI 7936 FA 168-87 – *Foglio di aggiornamento n. 3 alla UNI 7936. Generatori di calore ad acqua calda con potenza termica fino a 2,3 MW, funzionanti con combustibile liquido e/o gassoso e bruciatori ad aria soffiata. Prova termica.*
UNI EN 303-1 – *Caldaie per riscaldamento. Caldaie con bruciatori ad aria soffiata. Terminologia, requisiti generali, prova e marcatura.*
UNI EN 303-2 – *Caldaie per riscaldamento. Caldaie con bruciatori ad aria sodata. Requisiti particolari per caldaie con bruciatori di olio combustibile a polverizzazione.*
UNI EN 304 – *Caldaie per riscaldamento. Regole di prova per caldaie con bruciatori di olio combustibile a polverizzazione.*
UNI EN 304:1994/Al – *Caldaie per riscaldamento. Regole di prova per caldaie con bruciatori di olio combustibile a polverizzazione.*
Dispositivi di sicurezza – L'impianto di riscaldamento dovrà essere dotato di organi in grado di garantire la sicurezza durante il funzionamento. Fanno parte di questi i vasi ad espansione, le valvole di sicurezza, i termostati di regolazione e di blocco, i pressostati di blocco, ecc. L'installazione degli organi di sicurezza sarà obbligatoria e dipenderà dalla tipologia dell'impianto. Le disposizioni in materia sono contenute nell'art. 16 del D.M. 01.12.75.
I generatori di calore dovranno essere dotati di idonei dispositivi di sicurezza in relazione alle condizioni d'esercizio dell'impianto. Nel caso di impianti con vaso di espansione aperto, ogni generatore dovrà essere munito di una tubazione non intercettabile con il diametro interno calibrato alla potenzialità dell'impianto ed alla lunghezza della tubazione in ogni caso, non inferiore a 18 mm, idoneo a consentire, attraverso il vaso di espansione, lo scarico nell'atmosfera della quantità massima di vapore prodotto. Per gli impianti con vaso di espansione chiuso, ogni generatore dovrà essere munito di una valvola di sicurezza non intercettabile, di diametro interno non inferiore a 15 mm, atta a scaricare la quantità massima di vapore prodotto in relazione alla potenzialità del generatore; la valvola verrà tarata alla pressione massima di esercizio. Il generatore dovrà essere collegato al vaso di espansione tramite una tubazione con diametro interno calibrato alla potenzialità del generatore e mai inferiore a 18 mm Per gli impianti realizzati con più generatori, dovrà essere assicurata la comunicazione di ogni generatore con un vaso di espansione o con l'atmosfera.
I generatori di calore, con l'esclusione di quelli alimentati con combustibile solido non polverizzato, dovranno avere i seguenti dispositivi di protezione e di controllo:
- un interruttore termico automatico di regolazione tarato in modo idoneo ad interrompere l'apporto di calore quando la temperatura dell'acqua all'uscita del generatore raggiungerà il valore di regolazione, con un massimo pari alla temperatura di ebollizione alla pressione atmosferica diminuita di almeno 5°C;
- un interruttore termico automatico di blocco a reinserimento manuale tarato in modo da interrompere l'apporto di calore quando la temperatura dell'acqua all'uscita del generatore raggiungerà un valore prefissato con un massimo pari alla temperatura di ebollizione alla pressione atmosferica, indipendente, negli organi di comando e di controllo, dal dispositivo precedente;
- un termometro idoneo ad indicare la temperatura dell'acqua all'uscita dal generatore di calore ed un indicatore della pressione esistente nel generatore stesso.

Gli impianti che utilizzano un vaso di espansione chiuso dovranno inoltre essere dotati di un pressostato di blocco con reinserimento manuale che sarà regolato in modo tale da interrompere l'apporto di calore quando la pressione raggiungerà un valore prefissato non superiore alla pressione massima d'esercizio del generatore fornita dal produttore.
I generatori di calore alimentati con combustibile solido non polverizzato, potranno essere installati solo con impianti a vaso aperto e dovranno soddisfare ad una delle seguenti condizioni:
- essere forniti di un focolare meccanico e di adduzione meccanica totale dell'aria comburente
- essere dotati di un riscaldatore d'acqua di consumo o di uno scambiatore di calore di emergenza e muniti di scarico di sicurezza termico
- essere inseriti in impianti a circolazione naturale sprovvisti di organi di intercettazione sul circuito dell'acqua.

Inoltre questi generatori dovranno essere dotati di tutti gli strumenti previsti dal punto 3 dell'art. 20 del D.M. 1 dicembre 1975; di un dispositivo adatto ad arrestare l'immissione di aria comburente e di un dispositivo di allarme acustico in grado d'intervenire nei vasi in cui la temperatura dell'acqua all'uscita dal generatore raggiunga un valore massimo pari alla temperatura di ebollizione dell'acqua alla pressione atmosferica diminuita di 10°C.
Pompe di circolazione – Nei sistemi di riscaldamento ad acqua calda, esclusi i casi eccezionali in cui si utilizza la circolazione naturale per gravità, la circolazione verrà assicurata tramite elettropompe centrifughe con potenza elettrica assorbita non superiore al valore di 1/500 della potenza termica massima dell'impianto. Le pompe, provviste di regolare certificato di omologazione, dovranno essere in grado di assicurare portate idonee per l'alimentazione di tutti gli apparecchi utilizzatori senza un apprezzabile surriscaldamento del motore.
La tenuta sull'albero nelle pompe, accoppiato al motore elettrico con giunto elastico, potrà essere meccanica o con premistoppa, in quest'ultimo caso la perdita d'acqua dovrà risultare di scarsa rilevanza dopo un adeguato periodo di funzionamento.

Le pompe dovranno essere dotate di tutti i requisiti di sicurezza richiesti agli impianti di riscaldamento anche se non citati in contratto.

Generatori d'aria calda a scambio diretto. L'appaltatore dovrà dichiarare la natura e lo spessore della superficie di scambio, la pressione della camera di combustione e del circuito dell'aria, la potenza assorbita dal ventilatore dei generatori d'aria calda, a scambio diretto. Ai fini della sicurezza sarà verificata la tenuta del circuito di combustione e la pressione del circuito dell'aria calda che dovrà mantenersi superiore alla pressione massima rilevata nel circuito di combustione.

Generatori di calore a scambio termico. Sono costituiti da scambiatori di calore in cui il circuito primario è alimentato da acqua calda o da vapore oppure da acqua surriscaldata, prodotti da un generatore di calore con un circuito secondario destinato a fornire l'acqua calda a temperatura minore. Questi apparecchi, se alimentati da un fluido a temperatura superiore a quella di ebollizione alla pressione atmosferica, dovranno essere provvisti, sul circuito secondario, sia di valvole di sicurezza e di valvole di scarico termico, che di apparecchiature di protezione (termostati, pressostati) in grado di operare direttamente sul generatore che alimenta il circuito primario, oppure sul circuito primario. Come nel caso dei generatori d'acqua calda dovranno essere dotati di sistemi di controllo (termometro, idrometro con attacchi, ecc.).

Sistemi di termoventilazione. Saranno costituiti, come nel caso dei corpi scaldanti ventilati, da una batteria di riscaldamento alimentata da un fluido termovettore e da un elettroventilatore idoneo per la circolazione dell'aria nella batteria. Dovranno assicurare il riscaldamento di una pluralità di locali mediante l'immissione di aria calda dovranno essere in grado di fornire la potenza termica richiesta. L'elettroventilatore sarà dotato di un motore elettrico per il servizio continuo. La D.L. provvederà a verificare: la portata, la prevalenza, la potenza assorbita e il livello di rumorosità nelle condizioni di esercizio. Il sistema dovrà essere provvisto di idonei filtri sia sul sistema di rinnovo dell'aria che sul ricircolo.

Corpi scaldanti statici. Debbono essere collocati in posizione e condizioni tali che non ne risulti pregiudicata la cessione di calore all'ambiente. Sulla mandata e sul ritorno del corpo scaldante si dovranno inserire organi atti a consentirne la regolazione manuale e, ove occorra, l'esclusione totale del corpo scaldante, rendendo possibile la sua asportazione, senza interferire con il funzionamento dell'impianto.

1) *Radiatori.* I radiatori in ghisa, acciaio o alluminio, saranno installati a distanza non inferiore a 5 cm dalla parete ed a 10-12 cm dai pavimenti e dai davanzali di finestre, al fine di consentire la buona circolazione dell'aria, la facile pulizia e manutenzione.

NORME DI RIFERIMENTO:
UNI EN 442-1 – *Radiatori e convettori. Specifiche tecniche e requisiti.*
UNI EN 442-2 – *Radiatori e convettori. Metodi di prova e valutazione.*
UNI EN 442-3 – *Radiatori e convettori. Valutazione della conformità.*
UNI EN 215-1 – *Valvole termostatiche per radiatori. Requisiti e metodi di prova.*
UNI HD 1215-2 – *Valvole termostatiche per radiatori. Dimensioni e dettagli degli attacchi.*
UNI 8464 – *Valvole per radiatori. Prescrizioni e prove.*

2) *Piastre radianti* – Le piastre radianti saranno costituite da piastre metalliche saldate fra di loro in modo da formare una serie di condotti entro cui circola il fluido scaldante. Il riscaldamento dell'aria avverrà per convezione naturale. Per l'installazione valgono le stesse prescrizioni dei radiatori.

3) *Tubi alettati* – I tubi alettati entro cui circola il fluido scaldante dovranno essere collocati a vista o entro appositi contenitori protettivi in lamiera opportunamente sagomata.

NORME DI RIFERIMENTO:
UNI EN 442-1 – *Radiatori e convettori. Specifiche tecniche e requisiti.*
UNI EN 442-3 – *Radiatori e convettori. Valutazione della conformità.*
UNI EN 442-2 – *Radiatori e convettori. Metodi di prova e valutazione.*

4) *Termoconvettori* – I termoconvettori, nella loro esecuzione più semplice, sono costituiti da un blocco di tubi alettati (batterie di scambio) posto orizzontalmente a breve distanza dal pavimento, racchiuso in una nicchia addossata alla parete e chiuso anteriormente da un pannello (spesso di legno) dotato di una apertura inferiore e di una apertura superiore. L'aria riscaldata dalla batteria sale nella nicchia per "tiraggio naturale" ed esce dall'apertura superiore entro l'ambiente da riscaldare; essa richiama naturalmente dell'aria fredda che entra dall'apertura inferiore e che, essendo obbligata ad attraversare la batteria, si riscalda a sua volta in un ciclo continuo. Attualmente i termoconvettori vengono costruiti con un caminetto convettivo in lamiera di acciaio verniciata, di moderna linea estetica, e completi di serranda di regolazione dell'aria calda, per installazione a parete o in nicchia. La erogazione di calore avviene così in parte per convezione ed in parte per radiazione attraverso il pannello frontale di lamiera.

NORME DI RIFERIMENTO:
UNI EN 442-1 – *Radiatori e convettori. Specifiche tecniche e requisiti.*
UNI EN 442-2 – *Radiatori e convettori. Metodi di prova e valutazione.*
UNI EN 442-3 – *Radiatori e convettori. Valutazione della conformità.*

Corpi scaldanti ventilati – Di tali apparecchi costituiti da una batteria percorsa dal fluido termovettore e da un elettroventilatore, che obbliga l'aria a passare nella batteria, occorre oltre a quanto già esposto per i corpi scaldanti statici accertare la potenza assorbita dal ventilatore e la rumorosità dello stesso. La collocazione degli apparecchi dovrà consentire la distribuzione uniforme dell'aria evitando correnti moleste.

- Materiali per impianti di climatizzazione

a) Gruppi frigoriferi – Possono essere i seguenti:
– quelli che forniscono all'evaporatore acqua refrigerata da far circolare nelle batterie di raffreddamento dell'aria;
– quelli che prevedono l'espansione del fluido refrigeratore nelle batterie di raffreddamento.

I gruppi frigoriferi possono essere:
– azionati meccanicamente: compressori alternativi, compressori a vite, compressori centrifughi, oppure possono utilizzare energia termica, sotto forma di vapore o acqua surriscaldata;
– ad assorbimento nei quali la potenza meccanica assorbita è trascurabile rispetto alla potenza frigorifera prodotta.

In ogni caso la potenza frigorifica resa deve corrispondere alla potenza massima richiesta dall'impianto e la potenza meccanica o termica assorbita deve essere compatibile con quella sicuramente disponibile. Salvo il caso di piccole potenze (5 kW) la potenza frigorifica deve essere parzializzabile così da far fronte alla variabilità del carico.
Oltre alle valvole di sicurezza, applicate al condensatore e all'evaporatore, prescritte per tutti gli apparecchi a pressione di capacità superiore ai 25 1 (e pertanto provviste di certificato di conformità) ogni refrigeratore dovrà essere provvisto di idonei apparecchi per il controllo del funzionamento (manometri sull'alta e sulla bassa pressione, manometri per la misura della pressione dell'olio, termometri sulla mandata e sul ritorno dell'acqua refrigerata, nonché sull'ingresso e sull'uscita del fluido di raffreddamento) e di apparecchiature di protezione atte ad arrestare il gruppo in caso di:
– pressione temperatura troppo alta (pressostato di massima)
– pressione temperatura troppo bassa (pressostato di minima)
– pressione troppo bassa dell'olio lubrificante (pressostato sul circuito dell'olio)
– temperatura troppo bassa dell'aria refrigerata (termostato antigelo)
– arresto nella circolazione del fluido raffreddante.

Nei gruppi "ad assorbimento" a bromuro di litio l'apparecchiatura deve essere idonea a intervenire in tutti i casi in cui può verificarsi la cristallizzazione della soluzione.

Apparecchi per la climatizzazione
b) Gruppi di trattamento dell'aria (condizionatori). Sono gli apparecchi, allacciati alle reti di acqua calda e di acqua refrigerata, nei quali avviene il trattamento dell'aria: sia quella destinata alla climatizzazione dei locali, negli impianti a tutt'aria, sia quella cosiddetta primaria impiegata negli impianti con apparecchi locali. Il gruppo di trattamento comprende:
– filtri
– batteria, o batterie, di pre e post-riscaldamento
– dispositivi di umidificazione
– batteria, o batterie, di raffreddamento e deumidificazione
– ventilatore, o ventilatori, per il movimento dell'aria.

Se destinato a servire più zone il gruppo potrà attuare due diversi trattamenti dell'aria e alimentare i vari circuiti di canali previa miscelazione all'ingresso mediante coppie di serrande.
Se destinato a servire un impianto "a doppio canale" la miscela dell'aria prelevata dai due canali avverrà mediante cassette miscelatrici terminali.
Dei filtri occorre stabilire il grado di filtrazione richiesto che può essere assai spinto nei cosiddetti filtri assoluti. I filtri devono poter essere rimossi e applicati con facilità e se ne deve prescrivere tassativamente la periodica pulizia, o sostituzione.
Le batterie debbono devono essere dotate di organi di intercettazione e di regolazione.
Il complesso di umidificazione può essere del tipo a ugelli nebulizzatori alimentati direttamente da una condotta in pressione, oppure (umidificazione adibatica) con acqua prelevata da una bacinella all'interno del gruppo e spinta con una specifica pompa. In tal caso deve essere reso agevole l'accesso agli ugelli ed alla bacinella per le indispensabili operazioni periodiche di pulizia. Nel caso di impiego di vapore vivo, questo deve essere ottenuto da acqua esente da qualsiasi genere di additivi.
In corrispondenza a eventuali serrande, automatiche, o manuali, deve essere chiaramente indicata la posizione di chiuso e aperto.
A monte e a valle di ogni trattamento (riscaldamento, umidificazione, raffreddamento, deumidificazione) si debbono installare termometri o prese termometriche ai fini di controllare lo svolgimento del ciclo previsto.
c) Ventilconvettori. Possono essere costituiti da una batteria unica alimentata alternativamente da acqua calda e acqua refrigerata secondo le stagioni, oppure da due batterie: l'una alimentata con acqua calda e l'altra con acqua refrigerata. Il ventilatore deve poter essere fatto funzionare a più velocità così che nel funzionamento normale la rumorosità sia assolutamente trascurabile.
La regolazione può essere del tipo "tutto o niente" (col semplice arresto o messa in moto del ventilatore), oppure può operare sulla temperatura dell'acqua.
In ogni caso l'apparecchio deve poter essere separato dall'impianto mediante organi di intercettazione a tenuta.
d) Induttori. Negli induttori l'aria viene spinta attraverso ugelli eiettori e occorre pertanto che la pressione necessaria sia limitata (5-10 mm cosiddetta aria) onde evitare una rumorosità eccessiva. Nelle batterie secondarie alimentate ad acqua calda e refrigerata occorre prevedere la separazione dall'impianto mediante organi di intercettazione a tenuta. Nel caso di uso per raffrescamento il ventilconvettore dovrà essere dotato di opportuno tubo di plastica (con diametro interno di 30 ÷ 40 mm) per lo smaltimento della condensa per gravità.

NORMATIVA DI RIFERIMENTO:

UNI 7940-1 – *Ventilconvettori. Condizioni di prova e caratteristiche.*
UNI 7940-1 FA 243-88 – *Foglio di aggiornamento n. 1 alla UNI 7940 parte 1. Ventilconvettori. Condizioni di prova e caratteristiche.*
UNI 7940-2 30/09/79 – *Ventilconvettori. Metodi di prova.*
UNI ENV 1397 – *Scambiatori di calore xentilconvettori acqua-aria. Procedimenti di prova per la determinazione delle prestazioni.*
e) Tubazioni – Per quanto concerne quelli per il riscaldamento si rimanda alle prescrizioni per gli impianti di riscaldamento, per quanto concerne la climatizzazione estiva la rete di tubazioni comprende:
1. le tubazioni della centrale frigorifica
2. la rete dell'acqua di raffreddamento nel caso in cui il gruppo frigorifero sia raffreddato ad acqua
3. le tubazioni di allacciamento alle batterie dei gruppi condizionatori; e, nel caso di apparecchi locali
4. la rete di distribuzione dell'acqua refrigerata che comprende:
   – la rete orizzontale principale
   – le colonne montanti
   – eventuali reti orizzontali
   – gli allacciamenti ai singoli apparecchi locali
5. la rete di scarico di eventuali condensazioni
6. la rete di sfogo dell'aria.

Di regola la temperatura dell'acqua refrigerata che alimenta le batterie raffreddanti dei gruppi condizionatori è più bassa di quella dell'acqua che alimenta gli apparecchi locali, qualora alla deumidificazione dei locali serviti da tali apparecchi si provveda con aria primaria; in tal caso vi sono reti separate, a temperatura diversa.
Le reti di distribuzione possono essere:
– a 4 tubi (di cui due per il riscaldamento e due per il raffreddamento)
– a due tubi, alimentati, alternativamente, con acqua calda e con acqua refrigerata, secondo le stagioni.

Ferme restando le prescrizioni per gli impianti di riscaldamento, le tubazioni di acqua fredda per il raffreddamento del gruppo frigorifero e le tubazioni di acqua refrigerata debbono essere coibentate affinché l'acqua giunga agli apparecchi alla temperatura prevista e non si verifichino fenomeni di condensazione; va inoltre applicata una valida barriera al vapore, senza soluzione di continuità, onde evitare che la condensazione si verifichi sulla superficie dei tubi con conseguenti danneggiamenti ai tubi stessi ed alla coibentazione.
Tubazioni particolari sono quelle impiegate per il collegamento alle batterie ad espansione diretta in cui circola il fluido frigorigeno liquido, fornite di regola dai produttori degli apparecchi già precaricate, debbono essere: a perfetta tenuta, coibentate e sufficientemente elastiche affinché le vibrazioni del gruppo non ne causino la rottura.
Canalizzazioni
Salvo il caso in cui si impieghino apparecchi locali a ventilazione (ventilconvettori) senza apporto di aria primaria le reti di canali devono permettere:
1) Negli impianti a tutt'aria:
   la distribuzione dell'aria trattata
   la ripresa dell'aria da ricircolare e/o espellere.
   Le canalizzazioni di distribuzione possono essere costituite:
   a) da un unico canale
   b) da due canali con terminali per la miscelazione
   c) da due canali separati.
2) Negli impianti con apparecchi locali a ventilazione:
   la distribuzione di aria primaria.
3) Negli impianti con apparecchi locali ad induzione:
   alta velocità per l'immissione dell'aria primaria destinata altresì a determinare l'effetto induttivo.

Per ciò che concerne le caratteristiche delle canalizzazioni e delle bocche di immissione e di ripresa si rimanda alle prescrizioni per gli impianti di riscaldamento.
I canali di distribuzione dell'aria debbono essere coibentati nei tratti percorsi in ambienti non climatizzati per evitare apporti o dispersioni di calore, i canali che distribuiscono aria fredda debbono essere coibentati anche nei locali climatizzati e completati con barriera al vapore allo scopo di impedire fenomeni di condensazione che oltre tutto danneggiano i canali stessi e la coibentazione. Di massima l'aria non deve essere immessa a temperatura minore di 13°C o maggiore di 16°C rispetto alla temperatura ambiente.

- Materiali per impianti antintrusione, antifurto, antieffrazione

Tutti i dispositivi di rivelazione, di segnalazione locale, di teletrasmissione, di controllo (accessi, televisione a circuito chiuso), dovranno rispondere alle norme CEI 79-2, 79-3, 79-4.
Allo scopo di garantire la piena funzionalità di esercizio dovranno essere forniti conformemente all'art. 2 della legge 18 ottobre 1977, n. 791.
Per attestare la rispondenza alle sopraddette norme, le apparecchiature dovranno riportare il previsto marchio di conformità.
Nei casi in cui le apparecchiature da impiegare non siano citate dalle norme italiane, ma esistano specifiche norme di riferimento a livello europeo (CENELEC) o internazionale (IEC) queste dovranno essere munita di un dichiarazione di conformità rilasciata dal produttore.

Per assicurare la sicurezza d'uso, tutte le apparecchiature elettriche collegate alle linee di alimentazione in bassa tensione (trasformatori, interruttori, fusibili, ecc.), dovranno essere conformi alle prescrizioni CEI 12-13; anche in questo caso la rispondenza dovrà essere certificata da apposito attestato di conformità rilasciato da parte degli organismi competenti oppure da una dichiarazione di conformità rilasciata dal produttore.
Gli impianti di allarme dovranno essere realizzati a regola d'arte in rispondenza alla legge 1 marzo 1968, n. 186. Saranno considerate a regola d'arte gli impianti di allarme realizzati secondo le norme CEI applicabili, in relazione alla tipologia dell'edificio, del locale o dell'impianto:
Le norme di riferimento sono le seguenti:
CEI 12-13: *Apparecchi elettronici e loro accessori collegati alla rete per uso domestico o analogo uso generale. Norme di sicurezza.*
CEI 79-2*: Impianti antieffrazione, antintrusione, antifurto e antiaggressione. Norme particolari per le apparecchiature.*
CEI 79-3 e variante VI: *Impianti antieffrazione, antintrusione, antifurto e antiaggressione. Norme particolari per gli impianti antieffrazione e antintrusione.*
CEI 79-4*: Impianti antieffrazione, antintrusione, antifurto e antiaggressione. Norme particolari per il controllo degli accessi.*
CEI 64-8 (1987) e varianti V1 (1988) e V2 (1989): *Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1.500 V in corrente continua.*
CEI 64-9 (1987)*: Impianti elettrici utilizzatori negli edifici a destinazione residenziale e similare.*
CEI 64-10 (1988): *Impianti elettrici nei luoghi di pubblico spettacolo e intrattenimento.*
CEI 64-2 (1987)*: Impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione o di incendio.*
CEI S/423*: Impianti di terra negli edifici civili – Raccomandazioni per l'esecuzione.*
CEI 103-1 (1971) e variante V 1 (1987): *Impianti telefonici interni.*
CEI 64-5 0=UNI 9620: *Edilizia residenziale – Guida per l'integrazione nell'edificio degli impianti elettrici utilizzatori, ausiliari e telefonici.*
Ove applicabili, si farà riferimento alle disposizioni della legge 88/1984.

- Materiali per ascensori

1) *Ascensori e montacarichi* – Gli ascensori e montacarichi in servizio privato sono soggetti alle seguenti disposizioni legislative:
   – Legge 24 ottobre 1942, n. 1415, che determina gli impianti soggetti alle norme e stabilisce le prescrizioni di carattere generale
   – D.P.R. 24 dicembre 1951, n. 1767, che costituisce il regolamento amministrativo per l'applicazione della legge
   – D.P.R. 29 maggio 1963, n.1497, che costituisce il regolamento tecnico per l'applicazione della legge
   – D.M. 28 maggio 1979 che integra il D.P.R. 29 maggio 1963, n. 1497, per gli ascensori idraulici
   – D.M. 9 dicembre 1987, n. 587, per gli ascensori elettrici
   – Legge 5 marzo 1990, n. 46.
   Gli ascensori e montacarichi in servizio pubblico sono soggetti alle seguenti disposizioni:
   – legge 23 giugno 1927, n. 1110 – Provvedimenti per la concessione all'industria privata dell'impianto ed esercizio di funicolari aeree e di ascensori in servizio pubblico;
   – D.M. 5 marzo 1931 – Norme per l'impianto e l'esercizio, in servizio pubblico, degli ascensori destinati al trasporto di persone.
2) *Scale e marciapiedi mobili* – La norma **UNI EN 115** stabilisce le norme di sicurezza per la costruzione e l'installazione di scale mobili e marciapiedi mobili. Le scale e marciapiedi mobili in servizio privato non sono soggetti ad alcuna normativa cogente, le scale mobili in servizio pubblico sono soggette al D.M. 18 settembre 1975 che stabilisce le norme tecniche di sicurezza per la costruzione e l'esercizio delle scale mobili in servizio pubblico. I marciapiedi mobili in servizio pubblico non sono soggetti ad alcuna normativa cogente.

CAPO III

INDAGINI E PROVE DI LABORATORIO

- Indagini preliminari ai lavori di restauro – Generalità

Prima di dare inizio a qualsiasi tipo di lavorazione su manufatti di particolare interesse storico/artistico, l'appaltatore, se previsto negli elaborati di progetto o espressamente richiesto dalla D.L. in relazione a controlli e collaudi in corso d'opera, sarà tenuto ad effettuare su di essi tutte quelle operazioni che, finalizzate alla sistematica e scientifica acquisizione di dati certi inerenti lo stato di conservazione o i loro processi di alterazione e di degrado, possano consentire una diagnosi corretta ed accurata dei meccanismi che provocano il deperimento al fine d'intervenire su di essi con i rimedi più efficaci. La diagnosi sarà effettuata commissionando, esclusivamente a laboratori riconosciuti ed autorizzati dagli organi preposti alla tutela del bene in oggetto, l'esecuzione di una specifica serie di prove di laboratorio e di analisi da svolgere "in situ". In presenza di manufatti di particolare interesse storico artistico il laboratorio dovrà eseguire le analisi su campioni di manufatto che dovranno essere prelevati o da personale di sua fiducia o da altra rappresentanza che assolva tale compito sotto il suo diretto controllo e secondo le modalità descritte nelle raccomandazioni NORMAL 3/80 redatte a cura dell'Istituto centrale del Restauro (Roma 1980) e riassunte qui di seguito:

– il campionamento deve essere effettuato solo su autorizzazione scritta dell'organismo che ha la tutela del manufatto

– il campionamento deve essere effettuato da chi eseguirà l'analisi o sotto la sua responsabilità

– il numero e l'entità dei prelievi devono essere minimi, compatibilmente con le finalità e rappresentatività. Essi dovranno comunque permettere una valutazione del fenomeno che si vuole investigare, se non su basi statistiche almeno tenendo presente l'influenza di variabili come la quota, l'esposizione, l'alternanza di zone dilavate e non dalla pioggia, ecc. Le zone di prelievo devono essere scelte tenendo conto della necessità di non disturbare in alcun modo l'estetica del manufatto.

Copia del piano di lavoro, redatto sulla base delle finalità definite inizialmente e accompagnato da completa documentazione del campionamento effettuato, deve essere consegnata all'organismo che tutela il manufatto e conservata nel relativo fascicolo.

Durante il campionamento, oltre alle consuete cautele, sarà necessario non modificare lo stato originario del manufatto e dei luoghi non arrecando danno alcuno alle strutture. Inoltre, lo spostamento delle attrezzature per prelevare i campioni dal terreno o dalle murature avverrà nel massimo rispetto dello stato dei luoghi. Alla fine dei lavori dovrà essere effettuata la rimozione di qualsiasi residuo di lavorazione e la perfetta pulizia dei luoghi.

Tecniche e strumenti – Le indagini da effettuare sull'esistente potranno prevedere il prelievo di limitate porzioni del materiale da esaminare solo dietro specifica autorizzazione e quando, a parere della D.L. non sia possibile procedere in maniera differente al fine di acquisire nozioni indispensabili ai lavori di conservazione. In ogni caso non sarà autorizzato il ricorso sistematico a tecniche di tipo distruttivo. Le metodologie di indagine, infatti, verranno distinte e scelte in base alla loro effetto distruttivo al fine di privilegiare l'utilizzo delle tecniche non distruttive, o minimamente distruttive.

Le prove non distruttive si svolgeranno in situ senza la necessità di ricorrere a prelievi, mentre quelle minimamente distruttive andranno eseguite con prelievi di pochi grammi di materiale; questi ultimi potranno essere recuperati a terra, a seguito del loro avvenuto distacco, o in prossimità delle parti più degradate.

L'appaltatore, in ogni caso, dovrà evitare che gli interventi apparentemente non distruttivi, agendo direttamente sul manufatto con sollecitazioni di varia natura (elettromagnetica, acustica, radioattiva, ecc.), possono risultare dannosi se non andranno dosati opportunamente o se saranno usati in modo improprio.

Ogni tipo di indagine dovrà essere preventivamente concordata con la D.L. in relazione al tipo di lavori da effettuare e alla zona esatta in cui effettuare il prelievo. Particolari indagini ed analisi, ove richiesto, dovranno essere affidare ad istituti e laboratori specializzati che dovranno operare secondo la vigente normativa e conformemente alle più recenti indicazioni NORMAL o alle norme UNI Beni Culturali. La scelta degli operatori dovrà sempre concordata ed approvata dal progettista, dalla D.L. e dagli organi preposti alla tutela del bene oggetto dell'intervento.

In relazione ai diversi tipi di controlli diagnostici previsti negli elaborati di progetto, l'appaltatore, laddove l'esecuzione dei saggi dovesse avvenire ad altezze non raggiungibili dall'operatore, dovrà realizzare tutte le opere accessorie (ponteggi, ed opere provvisionali) che potranno consentire il posizionamento delle attrezzature e la periodica possibilità di accesso per la lettura dei dati. Dovrà altresì provvedere, qualora il tipo di indagine lo richieda, alla fornitura di energia elettrica, e al ripristino delle parti interessate ai prelievi dei campioni ai fini degli accertamenti anche se queste opere non siano comprese in un intervento più generale sulle superfici. L'appaltatore deve provvedere, qualora non vi siano ponteggi in opera e qualora la verifica richiesta interessi parti dell'edificio non altrimenti accessibili, a predisporre le opere provvisionali occorrenti per l'installazione dello strumento, per il controllo periodico, e per l'alimentazione elettrica necessaria alla centralina, qualora non autoalimentata tramite batteria. Nelle opere provvisionali saranno comprese tutte quelle opere, che in relazione alla diagnosi da effettuare, consentano di procedere all'esecuzione dell'indagine richiesta in piena sicurezza per gli operatori.

- Rilievo fotografico e telerilevamento

Verrà effettuato avvalendosi dei seguenti metodi ottici di osservazione e di ripresa superficiale:
1) Registrazioni fotografiche in luce visibile, U.V. e I. R.
Le fotografie in luce visibile in B/N e a colori – Costituiscono documenti importanti ai fini dei lavori di conservazione; in particolare quelle eseguite in luce radente mettono in evidenza lo stato delle superfici. L'appaltatore dovrà produrre una documentazione che consentirà di verificare ed integrare il rilievo al fine di mettere evidenziare particolari costruttivi e strutturali in relazione agli effetti delle patologie di degrado. Le fotografie a colori dovranno essere corredate da precise notazioni parametriche del sistema Munsell e dalle denominazioni con sistemi tipo ISCC NBS, e dovranno consentire l'ottenimento di dati oggettivi e confrontabili sulle caratteristiche cromatiche. Alla fine delle rilevazioni, l'appaltatore restituirà le informazioni nella forma richiesta.
La fotografia in luce U.V. in riflessione ed in fluorescenza – Col sistema in riflessione si illumina l'oggetto con lampade ad incandescenza, le quali emettono anche U.V. La pellicola fotografica registra la sola radiazione U.V. riflessa dalla superficie dell'oggetto in quanto la luce visibile è stata eliminata con appositi filtri. Col sistema in fluorescenza, illuminando con una radiazione U.V. una superficie, si eccita la fluorescenza di sostanze in essa contenute. La radiazione di fluorescenza impressiona la pellicola fotografica. Nei dipinti sono messi in evidenza i rifacimenti e i ritocchi.
La fotografia in luce I.R. – Poiché la radiazione infrarossa è meno assorbita da alcune sostanze, la fotografia all'infrarosso è usata per esplorare gli strati sottostanti a quelli superficiali. Nei dipinti, tra l'altro, mette in evidenza i rifacimenti. Richiede pellicole speciali e filtri per l'I.R.
La riflettografia I.R. si usa nei dipinti per rivelare il disegno sottostante lo strato pittorico. L'infrarosso riflesso è rivelato mediante una camera vidicon; l'immagine corrispondente si forma su un monitor, da cui può essere fotografata, oppure la si può registrare su nastro o disco.
L'appaltatore dovrà utilizzerà pellicole fotografiche sensibili anche alle emissioni di radiazioni elettromagnetiche infrarosse (infrarosso vicino, invisibile all'occhio umano) al fine di evidenziare le discontinuità che, per caratteristiche proprie o del sistema, assorbono e diffondono il calore in maniera differente rispetto al contorno. Andranno impiegate solo utilizzando filtri rossi e sottoponendo le parti da rappresentare ad un preventivo ed omogeneo riscaldamento (artificiale o naturale) delle superfici. Alla fine delle rilevazioni, l'appaltatore restituirà le informazioni nella forma richiesta.
All'appaltatore potrà essere richiesto di fare svolgere presso istituti e laboratori specializzati le seguenti analisi:
Interferometria olografica. – Per oggetti e per dipinti. Rivela i difetti e le anomalie delle superfici attraverso l'andamento di sistemi di frange di interferenza che appaiono nell'ologramma. Ologramma: immagine virtuale tridimensionale di un oggetto, che si ottiene con sorgenti laser.
Radiografia X e V. – Rivela la struttura interna degli oggetti. La radiazione γ assai più penetrante di quella X è usata per radiografare oggetti metallici molto spessi (ad es. sculture di bronzo).
Emissiografia. Gli elettroni emessi da una superficie colpita da radiazione X, impressionano una pellicola fotografica posta a contatto con tale superficie, formando un'immagine radiografica per emissione di radiazione.
Autoradiografia per attivazione neutronica. – Irraggiando un oggetto con neutroni, gli elementi presenti diventano debolmente radioattivi, ciascuno con un tempo di decadimento caratteristico. La radiazione emessa impressiona le lastre fotografiche che si pongono successivamente in contatto con l'oggetto ad opportuni intervalli di tempo.
2) La fotogrammetria – L'appaltatore dovrà fare effettuare la ripresa e la restituzione delle immagini depurandole dalle distorsioni causate dalle ottiche fotografiche. Nelle applicazioni più comuni potrà essere consentito l'impiego di banchi ottici per il raddrizzamento delle immagini (secondo un piano di coordinate cartesiane o sul montaggio di un gran numero di riprese raddrizzate). Il risultato dovrà produrre una rappresentazione fotografica in scala assonometrica su due dimensioni. Al fine di realizzare, se richiesto, la visione assonometrica su tre dimensioni, dovrà ricorrere alle riprese aeree ed alla redazione di planimetrie quotate (rilievo aereofotogrammetrico) effettuandola lettura simultanea con obiettivi di diverso colore (magenta e ciano). Alla fine delle rilevazioni, l'appaltatore restituirà le informazioni nella forma richiesta.

- Accertamento sulle caratteristiche strutturali e costruttive

Il primo dato utile per l'accertamento delle alterazioni strutturali presenti nell'edificio sarà costituito dal rilevamento del quadro fessurativo. L'appaltatore dovrà eseguire il rilievo evidenziando nella restituzione grafica, le variazioni della geometria, i fuori squadro, i fuori piombo, le variazioni della morfologia correlabili allo stato di alterazione della struttura. La correlazione di tali modificazioni della geometria dell'edificio con la conoscenza di trasformazioni storicamente avvenute sull'edificio, dovrà fornire tutti i dati utili sulle cause di tali alterazioni. Una volta individuati i punti critici da controllare, la successiva esecuzione delle indagini localizzate dovrà permettere l'accertamento delle patologie evidenziate nelle fasi precedenti di analisi e fornire ulteriori dati a sostegno dell'intervento.
Le analisi da eseguire ai fini dell'accertamento delle condizioni di equilibrio della fabbrica, possono dividersi in prove relative al:
1. – Rilevamento e controllo delle alterazioni dell'equilibrio statico
La determinazione delle alterazioni morfologiche della struttura dovrà rilevare e fornire tutti i dati relativi alle modificazioni dell'equilibrio strutturale della fabbrica. Insieme alla corretta lettura del quadro fessurativo esistente, in cui la forma e la posizione delle lesioni dovranno fornire le indicazioni sui movimenti compiuti dalla costruzione, l'appaltatore eseguirà il controllo degli spostamenti e della perpendicolarità delle superfici, sia nel caso che questi

fenomeni siano avvenuti in un determinato periodo di tempo e si siano arrestati, sia nel caso che questi siano sintomatici di un fenomeno alterativo ancora in atto.

1.1. Verifiche sulla orizzontalità delle superfici – Le verifiche sulla orizzontalità dovranno essere eseguite con i prescritti strumenti di tipo topografico (livelle, tacheometri, teodoliti).

L'uso di livelle ottiche sarà limitato ai casi in cui l'accertamento riguarda le parti facilmente accessibili della costruzione; l'appaltatore eseguirà la verifica posizionando agli intervalli prestabiliti dalla D.L. le stadie di misura posizionandole verticalmente. La differenza altimetrica del piano orizzontale fra diverse basi di misura, indicherà le alterazioni subite dal piano orizzontale, e quindi i cedimenti del piano basale.

L'appaltatore utilizzerà i tacheometri ed i teodoliti, nei casi in cui l'accertamento riguarda le parti inaccessibili, procedendo per successive triangolazioni, ricavando trigonometricamente l'eventuale alterazione della orizzontalità previa l'esatta conoscenza degli angoli e della distanza fra la strumentazione ed i punti da rilevare. Alla fine delle rilevazioni, l'appaltatore restituirà le informazioni nella forma richiesta.

1.2. Verifiche sulla verticalità della superficie – L'appaltatore, oltre all'uso del teodolite o tacheometro come descritto al punto 1.1, dovrà impiegare, ove prescritto, delle specifiche inclinometri monoassiali e biassiali, (questi strumenti si prestano per la valutazione d'eventuali rotazioni della struttura; la versione monoassiale esegue una misura di variazione d'angolo in una sola direzione nel piano XZ, mentre la versione biassiale su due direzioni ortogonali nei piani XZ e YZ, permettendo di valutare, mediante una composizione vettoriale, variazioni nella reale direzione), atti ad accertare se i movimenti (fuori piano) dall'asse verticale siano dovuti a rotazioni delle pareti, ad inflessioni causate dalle spinta di archi o di volte o a inflessioni delle murature dovute ad altro genere di fenomeni. L'appaltatore provvederà al corretto posizionamento degli inclinometri collegando la corda di acciaio armonico contenuta all'interno dello strumento alla base fissa e posizionandoli in modo stabile alla superficie da indagare tramite l'ausilio di una basetta metallica o cementizia e di bulloni L'eccitazione della corda di acciaio armonico, letta da un gruppo di eccitazione, verrà ricondotta, tramite un passaggio matematico ad una variazione angolare che fornirà la variazione di verticalità desiderata. Alla fine delle rilevazioni, l'appaltatore restituirà le informazioni nella forma richiesta.

1.3. Controllo e monitoraggio sulle variazioni nelle lesioni – L'appaltatore eseguirà il controllo della mobilità di un quadro fessurativo al fine di determinare se la causa delle alterazioni è attiva o se è collegabile ad un fenomeno avvenuto in precedenza ed ormai inattivo. Essendo la struttura muraria capace di deformarsi plasticamente, senza determinare l'immediato collasso, e di trovare un nuovo assetto di equilibrio, diverso dall'originario, ma capace di garantire una ridotta stabilità, ne consegue che la verifica di tale fattore dovrà rappresentare un parametro utile per calibrare l'intervento di riparazione o di consolidamento.

Le metodologie da impiegare per il controllo degli eventuali movimenti di preesistenti lesioni saranno ottenute con appositi strumenti: deformometri, estensimetri, e più dettagliatamente tramite il monitoraggio strutturale in continuo. Tali strumentazioni dovranno essere in grado di fornire dati qualitativi (esistenza o no di evoluzione del quadro fessurativo esistente) e di fornire dati quantitativi degli spostamenti. Le strumentazioni dovranno essere fissate tramite sensori di misura da posizionare a cavallo delle lesioni e dovranno consentire l'esecuzione di letture e di controlli periodici o in continuo (per il monitoraggio strutturale) degli eventuali spostamenti relativi dei punti fissi predisposti inizialmente.

a) Fessurimetri e crepometri – L'appaltatore dovrà applicare, con i sistemi previsti dall'azienda produttrice (stucchi epossidici, mastici adesivi, tasselli o altro) i fessurimetri completi di un comparatore con ingranaggi inox, piastrine in acciaio numerabili a coppie, appositi marcatori per numerare e piazzare le dime di base (15 cm) con una scala di lettura da 0.01 mm ed adatti al:

– rilievo su superfici piane di movimenti verticali od orizzontali anche simultanei
– rilievo di lesioni agli angoli soggetti a movimenti bi-direzionali
– rilievo di cedimenti o di assestamenti di pavimenti rispetto alle murature
– misura della differenza di planarità di qualsiasi superficie lesionata
– misura dei movimenti di crepe e di fessure su superfici piane.

L'appaltatore, pulita la sede di applicazione, posizionerà la dima a cavallo della lesione fissando la coppia di piastrine. In seguito applicherà i riferimenti del crepometro sulle piastrine.

b) Potenziometri – L'appaltatore utilizzerà potenziometri (trasduttori a resistenza elettrica variabile) composti da un contatto scorrevole (sliding point) e da un avvolgimento (winding) realizzato tramite una spirale di filo conduttivo avvolta attorno ad un'anima non conduttiva. I segnali di uscita (output signals) si otterranno imponendo una tensione nota alla resistenza complessiva e misurando la tensione di uscita che sarà proporzionale alla frazione della distanza che il punto di contatto ha percorso, in virtù dello spostamento, lungo l'avvolgimento. Il segnale di uscita derivato dal punto di contatto scorrevole sarà per forza di cose discreto e la risoluzione dello strumento sarà limitata dal numero di spire per unità di lunghezza. Una accurata e miniaturizzata esecuzione meccanica consentirà una più alta risoluzione e precisione.

c) Deformometri – L'appaltatore applicherà i due alloggiamenti dell'attrezzo a pasticca in acciaio (la distanza sarà stabilita dalla misura delle barre con comparatore e pari a 100, 150 o 200 mm), realizzati con un lato troncoconico concavo da alloggiare in modo fisso (con resina bicomponente) a cavallo della lesione da monitorare, ed a una distanza determinata, tramite una dima di fissaggio avente la lunghezza corrispondente alla posizione iniziale del comparatore millesimale. La verifica verrà effettuata attraverso una barra d'acciaio invar provvista di un comparatore millesimale, ed alle estremità, di una punta fissa e di un'altra mobile. La lettura verrà effettuata sovrapponendo alle pasticche dei punti di misura fissati alla barra con il comparatore. In caso di variazione della distanza dei due punti fissati a cavallo della lesione, lo spostamento sarà misurato dal movimento della punta mobile collegata al comparatore, consentendo così di verificare e misurare lo spostamento avvenuto. La lettura dovrà essere periodica e le sole parti fissate in sede sono

costituite dalle due pasticche di acciaio. Alla fine delle rilevazioni, l'appaltatore restituirà le informazioni nella forma richiesta.
d) Estensimetri – Il principio di funzionamento è analogo al precedente, essendo il rilevamento dello spostamento misurato per variazione della distanza relativa tra due punti iniziali a cavallo della lesione. A differenza dei deformometri, l'appaltatore posizionerà gli estensimetri in modo fisso alla parete; la lettura degli spostamenti avverrà, come nel caso precedente, in maniera periodica. Il sistema si basa sulla tesatura di una corda di acciaio armonico, contenuta all'interno dello strumento, che trasmette un segnale ad un gruppo di eccitazione. Tale segnale, rilevato tramite una centralina di lettura traduce, i dati in misure degli spostamenti. Il confronto fra la lettura iniziale e quella attuata al momento delle letture periodicamente eseguite consentirà di determinare l'esistenza e l'entità degli spostamenti avvenuti. Alla fine delle rilevazioni, l'appaltatore restituirà le informazioni nella forma richiesta.
Oltre agli estensimetri a corda vibrante, se richiesto dagli elaborati di progetto, l'appaltatore dovrà utilizzare estensimetri elettrici conformemente alle seguenti norme UNI:
UNI 10478-1:1996 – *Prove non distruttive. Controllo mediante estensimetri elettrici a resistenza. Termini e definizioni.* Questa fornisce i termini e le relative definizioni dei componenti e delle caratteristiche degli estensimetri elettrici a resistenza, e le definizioni riguardanti le principali caratteristiche circuitali di uso comune nell'estensimetria elettrica.
UNI 10478-2:1998 – *Prove non distruttive – Controllo mediante estensimetri elettrici a resistenza – Scelta degli estensimetri e dei componenti accessori.* La norma fornisce i criteri per la scelta dei componenti dell'installazione estensimetrica (estensimetro elettrico a resistenza, adesivo, protettivo, materiale di saldatura, cavi di collegamento) in relazione all'applicazione (condizioni ambientali e di prova).
UNI 10478-3:1998 – *Prove non distruttive – Controllo mediante estensimetri elettrici a resistenza – Installazione estensimetrica e sua verifica.* La norma fornisce le indicazioni per l'esecuzione e la verifica di una installazione estensimetrica, comprese le fasi di preparazione, applicazione, collegamento e protezione.
UNI 10478-4:1998 – *Prove non distruttive – Controllo mediante estensimetri elettrici a resistenza – Circuiti di misura, elaborazione e presentazione dei risultati.* La norma descrive i circuiti di misura, la correzione dei risultati, la loro elaborazione e presentazione con riferimento al controllo mediante estensimetri elettrici a resistenza.
UNI 10478-5:1998 – *Prove non distruttive – Controllo mediante estensimetri elettrici a resistenza – Controllo delle caratteristiche.* La norma fornisce le procedure per la determinazione di alcune caratteristiche di funzionamento dell'estensimetro elettrico a resistenza. Essa fornisce inoltre le procedure statistiche per confrontare le caratteristiche rilevate dal produttore e dall'utente.
1.4. Monitoraggio strutturale in continuo – Applicando in corrispondenza delle lesioni, o comunque dei punti critici, opportuni trasduttori di spostamento, l'appaltatore dovrà registrare l'andamento nel tempo di aperture/chiusure, scorrimenti di taglio e scostamenti fuori del piano di giacenza, rotazioni di maschi murari e di elementi strutturali portanti in c.a. ed i cedimenti degli stessi. L'attività di monitoraggio in continuo, intesa come attività di misura ad intervalli predeterminati, potrà essere richiesta, per strutture che presentino aree di crisi evidenti come fessurazioni e/o dissesti visivamente individuabili, attraverso le seguenti tipologie d'indagine:
- valutazione dell'evoluzione del dissesto per definire la opportunità di un intervento di consolidamento e le relative modalità di messa in opera dell'intervento stesso;
- controllo, durante l'intervento di risanamento e/o consolidamento, per la continua valutazione sia dell'efficacia dello stesso, sia di eventuali ed indesiderati effetti collaterali;
- verifica della risposta di una struttura all'intervento di risanamento e/o consolidamento già effettuato.

Per un efficace espletamento del servizio di monitoraggio l'appaltatore potrà impiegare sia trasduttori disponibili su mercato, che trasduttori appositamente sviluppati per specifiche applicazioni. Per le misure di spostamenti relativi tra due parti si userà i potenziometri (LVDT).
Per il controllo dell'apertura (o della chiusura) dei lembi di una lesione, oltre ai sensori di spostamento relativo (biffe estensimetriche, fessurimetri appositamente sviluppati per l'applicazione in oggetto) particolarmente adatti a rilevare piccole deformazioni e caratterizzati dall'assenza di parti in movimento, relativamente alla valutazione dell'evoluzione del quadro fessurativo in termine di prolificazione delle lesioni, si potranno utilizzare metodi fotogrammetrici basati su programmi software di elaborazione delle immagini fotografiche, tarate con rilevi topografici. Per la misura di cedimenti di complessi strutturali, in cui le parti in moto relativa si trovano ad una distanza tale da non poter usare i sensori di spostamento sopra descritti, si dovrà fare riferimento alla livellazione ottica o a metodi assestimetrici. Per le misure di rotazioni assolute di elementi strutturali utilizzerà inclinometri da parete.
Tutti i sensori dovranno essere in grado di trasformare le grandezze meccaniche in segnali elettrici (tensione o corrente), che una volta elaborati (amplificati, filtrati e trasformati da analogici a digitali) verranno memorizzati, a cadenza predefinita, su di supporto di massa. Tutto ciò avverrà attraverso diverse tipologie di sistemi di acquisizione, alcuni dei quali appositamente implementati per soddisfare a particolari esigenze applicative. Nel caso in cui il numero dei sensori sia elevato dovrà impiegare sia un sistema centralizzato sia più sistemi modulari dislocati nei vari punti della struttura, tutti comunque facenti capo ad un acquisitore centralizzato, con collegamento via modem per lettura a distanza.
Se richiesto utilizzerà un sistema di commutazione a relais comandato via software da un PC in grado di gestire fino ad un numero di 18 sensori anche a distanza di 300 m nella trasmissione del segnale.
In assenza dell'alimentazione di rete o per le applicazioni localizzate dove il numero richiesto di sensori sarà limitato (4 sensori in continua dislocati non molto distanti tra loro), l'appaltatore potrà utilizzare un sistema più semplificato in cui i dati, dopo essere stati acquisiti e condizionati, verranno memorizzati, a cadenza prestabilita, su memoria non volatile riscrivibile; le letture verranno effettuate periodicamente tramite un collegamento seriale ad un PC portatile esterno. Il sistema si basa su un microprocessore ad 8 bit che gestisce le seguenti periferiche:

– un real time clock per la temporizzazione delle fasi di acquisizione un sensore di temperatura interno con risoluzione pari a 0.5°C
– un multiplexer ad otto canali un convertitore a/d a 12 bit e tempo di conversione pari a 10 ms
– un generatore di tensione di riferimento interna per la conversione a/d un circuito di adattamento per la linea seriale
– una memoria non volatile riscrivibile di tipo EEPROM
– quattro moduli di condizionamento (uno per ogni sensore).

Per applicazioni più particolari dovranno essere utilizzati sistemi predisposti appositamente per le prove di carico su solai ed in grado di gestire fino ad otto canali indipendenti collegati con trasduttore potenziometrico o sistemi a 36 canali adatti alla verifica di tolleranze superficiali di profili alari.

Prima di posizionare le strumentazioni prescritte, l'appaltatore dovrà eseguire la dismissione degli eventuali rivestimenti di intonaco e la messa a nudo delle lesioni. Alla fine delle rilevazioni, l'appaltatore restituirà le informazioni nella forma richiesta.

1.5. Indagini soniche mediante fonometri – Per queste indagini l'appaltatore utilizzerà dei fonometri costituiti da una sorgente di emissione di onde, da un captatore dell'energia sonica (velocimetro, accelerometro, microfono) e da un apparecchio di rilevazione dei segnali, composto da un amplificatore, un analizzatore di segnali, un oscilloscopio ed un registratore. Con tale strumentazione l'appaltatore rileverà la deformazione delle onde elastiche in un corpo sollecitato a compressione e/o a taglio: la velocità di propagazione delle onde elastiche diminuisce infatti con la diffusione delle stesse in un corpo; la diminuzione è maggiore se vi è una diminuzione dell'omogeneità del mezzo. Le frequenze registrate saranno in funzione delle caratteristiche e delle condizioni di integrità della muratura. In particolare le lesioni e le condizioni di degrado tagliano le frequenze più alte del segnale acustico. I fonometri potranno essere impiegati per verificare le condizioni di integrità di una muratura e del suo rivestimento, anche se non sarà semplice distinguere i dati relativi all'una e all'altro. Alla fine delle rilevazioni, l'appaltatore restituirà le informazioni nella forma richiesta.

Indagini ultrasoniche – Questa indagine dovrà consentire di conoscere con buona approssimazione la qualità e l'eterogeneità dei materiali da costruzione (pietre, mattoni, intonaco), sia che la prova venga eseguita in opera che su di un campione. Il metodo di misura si basa sulla determinazione della velocità di propagazione delle onde sonore attraverso il mezzo studiato e sulla registrazione del segnale ricevuto. Le misure si effettuano mediante strumentazioni elettroniche composte da un'emittente a frequenza fissa, piezoelettrica, da un cronometro di grandissima precisione (al decimo di milionesimo di secondo) e da un oscilloscopio che visualizza il segnale acustico che ha attraversato il materiale.

Potranno essere richieste tre tipi di misure: le misure, della velocità del suono in superficie, le misure radiate e le misure in trasparenza. Le prime dovranno essere condotte in modo da consentire la localizzazione delle alterazioni superficiali del materiale; le seconde di accertare l'omogeneità del materiale a diversa distanza dalla superficie e saranno possibili quando sia la superficie interna sia quella esterna sono accessibili; le misure in trasparenza dovranno essere condotte in modo di potere esaminare il materiale in tutto il suo spessore.

Le frequenze utilizzate saranno comprese generalmente fra 0,5 e 15 MHz: le onde a bassa frequenza penetrano maggiormente in profondità rispetto a quelle ad alta frequenza, che danno però una risoluzione migliore. Con le indagini ultrasoniche dovrà essere possibile determinare il grado di omogeneità di un materiale, la presenza di vuoti o di fessure, la presenza ed il numero degli strati sovrapposti di materiale, il modulo elastico ed il rapporto dinamico di Poisson. Alla fine delle rilevazioni, l'appaltatore restituirà le informazioni nella forma richiesta.

- Indagini per la determinazione delle caratteristiche tensionali dei materiali e delle murature

NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO

UNI EN 1052-1:2001 – *Metodi di prova per muratura – Determinazione della resistenza a compressione.* La presente norma è la versione ufficiale in lingua italiana della norma europea **EN 1052-1** (edizione settembre 1998). La norma specifica un metodo per determinare la resistenza a compressione della muratura. Vengono date indicazioni circa la preparazione dei provini, il condizionamento richiesto prima della prova, la macchina di prova, il metodo di prova, il metodo di calcolo e i contenuti del resoconto di prova.

UNI EN 1052-2:2001 – *Metodo di prova per muratura – Determinazione della resistenza a flessione*. La presente norma è la versione ufficiale in lingua italiana della norma europea EN 1052-2 (edizione agosto 1999). La norma specifica un metodo per determinare la resistenza a pressione di piccoli campioni di muratura secondo i due assi principali. Le indicazioni sono date per la preparazione dei campioni, il condizionamento, la macchina e la procedura di prova nonché i metodi di calcolo e del contenuto del resoconto di prova.

UNI 9724-8:1992 – *Materiali lapidei. Determinazione del modulo elastico semplice (monoassiale).* Ha lo scopo di stabilire le modalità di determinazione della curva sforzi–deformazioni e del modulo elastico (o modulo di Young) in compressione semplice (monoassiale) dei materiali lapidei.

APPARECCHIATURA, PROVINI, PROCEDIMENTO, ESPRESSIONE DEI RISULTATI, RESOCONTO DI PROVA

1.1. Carotaggi. L'appaltatore eseguirà i prelievi di "carote" di materiale da sottoporre a prove di laboratorio (distruttive), finalizzate sia alla determinazione della resistenza a compressione, flessione, trazione e taglio di materiale del materiale componente la muratura che alla verifica di lavori eseguiti. L'estrazione della carota dovrà essere eseguita esclusivamente tramite carotatici a sola rotazione e, dietro prescrizione della D.L. in presenza o assenza di acqua, al fine di disturbare il meno possibile le condizioni della struttura. Il diametro dei carotaggi sarà quello stabilito dalla D.L. Alla fine delle rilevazioni, l'appaltatore restituirà le informazioni nella forma richiesta.

1.2. Martinetti piatti (flat jacks). L'appaltatore dovrà eseguire la determinazione in situ dello stato di sollecitazione, delle caratteristiche di deformabilità e resistenza, della resistenza al taglio di una parete muraria tramite l'utilizzo di specifici martinetti piatti adatti all'esecuzione di prove non distruttive o limitatamente distruttive. Dovrà quindi eseguire i tagli in corrispondenza dei giunti di malta ed effettuare la determinazione dei parametri richiesti imponendo una pressione localizzata nel campione murario di dimensioni pari a circa 50 x 50 cm, compreso fra i due martinetti per la determinazione del modulo di elasticità o della misurazione della resistenza del materiale. Le dimensioni dei martinetti andranno diversificate in relazione alla muratura e saranno comprese, per quelle a base quadrata utilizzabili per le murature laterizie, fra dimensioni pari a 12 x 12 cm, 24 x 12 cm, 40 x 20 cm, con uno spessore pari a 8 mm.
Le dimensioni ed il tipo dei martinetti saranno stabilite dalla D.L. in funzione dell'elemento strutturale che si dovrà indagare (martinetti di piccole dimensioni per elementi strutturali puntuali quali pilastri, archi e volte, di maggiori dimensioni per porzioni di muratura continua). Le tipologie potranno variare anche in funzione del tipo di muratura esistente, impiegando quelli rettangolari per le murature o gli elementi laterizi, in cui il taglio potrà essere eseguito anche con un semplice trapano; quelli a terminazione curvilinea saranno utilizzati per gli elementi lapidei. Per queste ultime il taglio verrà realizzato tramite dischi metallici diamantati; la profondità del taglio va incrementata, nel caso di murature irregolari e disomogenee, per ottenere valori significativi.
a) Misura dello stato di sollecitazione. A differenza delle prove distruttive eseguite tramite prelevamento di campioni da analizzare in laboratorio, l'uso dei martinetti piatti dovrà consentire la verifica dello stato di sollecitazione sulla parete muraria, in relazione alle reali situazioni di carico in cui viene a trovarsi l'edificio. La determinazione della sollecitazione verrà effettuata rimovendo un giunto di malta, ed inserendovi, ortogonalmente alla muratura, un martinetto piatto, previo posizionamento di deformometri o di estensimetri elettrici, capaci di rilevare la variazione della deformazione raggiunta in seguito al conseguente rilascio della muratura. Posizionato lo strumento di misura si imporrà, tramite il martinetto, una tensione tale da riportare alle condizioni iniziali la misura del giunto, determinando in tal modo lo stato di sollecitazione presente. La D.L. potrà richiedere l'uso di questo sistema anche in relazione al controllo delle opere eseguite. Alla fine delle rilevazioni, l'appaltatore restituirà le informazioni nella forma richiesta.
b) Determinazione delle caratteristiche di deformabilità (stima del modulo elastico E). Nel caso di elementi anisotropi, quali le murature, la determinazione delle caratteristiche di deformabilità, andrà ottenuta eseguendo la prova su un campione murario delimitato da due martinetti, posti parallelamente, in modo da delimitare un campione di muratura di altezza pari a circa 50 cm e di base pari alle dimensioni dei stessi martinetti. L'appaltatore collocherà i due martinetti, in modo tale che questi possano permettere di applicare al campione interposto uno stato di sollecitazione monoassiale. La corretta collocazione di estensimetri elettronici o di basi di misura per comparatori millesimali rimovibili, installati sulla superficie libera del campione, dovrà consentire la misurazione delle deformazioni assiali e trasversali del campione murario preso in considerazione. Per la determinazione del Modulo Elastico l'appaltatore dovrà impiegare martinetti di dimensioni maggiori, poiché quelli di dimensioni minori forniscono valori scarsamente affidabili (sovrastima dei valori). Alla fine delle rilevazioni, l'appaltatore restituirà le informazioni nella forma richiesta.
c) Determinazione delle caratteristiche di resistenza a compressione. La prova con i martinetti potrà essere impiegata anche al fine di determinare i valori di resistenza a compressione ed a taglio delle murature. In questi casi l'appaltatore dovrà tenere sotto costante controllo la muratura in quanto, essendo necessario portare il campione in stati prossimi alle condizioni di rottura, la prova potrà determinare localizzati stati fessurativi limitatamente alla porzione muraria indagata. Il numero e la localizzazione del campione da prendere in esame dovrà, quindi, essere accuratamente concordato con la D.L. La prova dovrà fornire un completo diagramma della curva sforzi-deformazioni misurata nel punto di prova. Alla fine delle rilevazioni, l'appaltatore restituirà le informazioni nella forma richiesta.
d) Determinazione della resistenza al taglio lungo i ricorsi della malta. Dopo avere inserito, analogamente alla prova a compressione, i due martinetti parallelamente sulla muratura, l'appaltatore dovrà provvedere a fare estrarre un mattone, un concio o altro elemento della muratura sostituendolo con un martinetto idraulico, di idonee dimensioni ed adatto l'applicazione della sollecitazione a taglio. Tramite il martinetto dovrà applicare una sollecitazione di taglio al mattone adiacente. Tramite una serie di trasduttori elettrici sarà possibile determinare gli scorrimenti relativi del mattone sottoposto alla prova rispetto a quelli adiacenti e le deformazioni in direzione perpendicolare ai corsi malta. Eseguendo la prova con diversi valori di sollecitazione normale dovrà essere possibile determinare il valore dell'angolo di attrito interno. A prova terminata l'appaltatore dovrà ricollocare il mattone e restituire le informazioni ottenute nella forma richiesta.
Il riferimento normativo agli standards tecnici per l'esecuzione di tali prove si rifà alle norme ASTM e RILEM In riferimento alla prova con martinetti piatti le norme che la disciplinano sono rispettivamente, in relazione alla prova con un martinetto piatto per il rilievo dello stato di sforzo locale ed alla prova con due martinetti piatti per la determinazione delle caratteristiche meccaniche le seguenti:
ASTM – C1196-92(1997) – *Standard Test Method for In Situ Compressive Stress Within Solid Unit Masonry Estimated Using Flatjack Measurements.*
ASTM – C1197-92(1997) – *Standard Test Method for In Situ Measurement of Masonry Deformability Properties Using the Flatjack Method.*
RILEM LUMD.2. – *In-situ stress tests on masonry based on the flat jack, 1991.*
RILEM LUMD.3. – *In-situ strength/elasticity tests on masonry based on the flat jack, 1991.*
1.3. Prove sclerometriche. Prove qualitative atte a determinare lo stato tensionale delle murature con indagine indiretta non distruttiva e qualitativa. La diagnosi indiretta tramite lo sclerometro fornisce dei parametri non sufficientemente affidabili ma utili a definire una diversità qualitativa fra parti della costruzione diversamente sollecitate. Lo sclerometro consente di determinare la durezza di un materiale, cui viene correlato poi il parametro della resistenza a rottura del materiale, tramite il rimbalzo di una massa battente, scagliata sulla superficie.

Per l'esecuzione della prova dovranno essere eseguite da 5 a 10 battute, da cui verrà ricavato un valore medio. Questa prova presenta il vantaggio rispetto le precedenti di essere più economica e facilmente eseguibile; può essere considerata una moderna elaborazione della vecchia modalità empirica utilizzata in passato, in cui si riconosceva lo stato di maggiore o minore sollecitazione di una porzione muraria a seguito del suono più o meno sordo che la battitura con un martello della muratura provocava. Le battute verranno eseguite, previa la rimozione dell'intonaco di superficie sui punti da sottoporre a verifica.

- Indagini atte ad approfondire la conoscenza sulle stratificazioni dell'edificio e sulle caratteristiche costruttive anche di interventi pregressi

All'appaltatore potrà essere richiesto di fare eseguire indagini passive al fine di registrare e di quantificare fenomeni fisici rilevabili in assenza di sollecitazioni quali: le riprese con strumenti ottici, anche ricorrendo a pellicole speciali, la magnetometria, che analizzerà dall'esterno particolari aspetti fisici, senza rendere necessarie ulteriori sollecitazioni, la ferromagneticità naturale, che permetterà di determinare presenza, dimensione, geometria e consistenza di materiali metallici.
Potranno anche essere richieste indagini attive tramite tecniche che richiederanno l'utilizzo di piccole sollecitazioni artificiali di vario genere (meccaniche, elettriche, termiche, acustiche) in relazione ai fenomeni da rilevare.
Altre indagini potranno essere condotte con strumenti che agiscono sia in modo attivo che passivo come la termovisione, che è un sistema efficace anche senza sollecitazioni dirette sull'oggetto. Questa tecnica offrirà i risultati migliori quando la superficie da indagare sarà preventivamente riscaldata apportando le temperature approvate dalla D.L.
L'appaltatore dovrà utilizzare, ove richiesto, idonei sistemi per la misurazione della temperatura, dell'umidità relativa e della superficie di un materiale per l'identificazione e la quantificazione dei parametri relativi alla presenza di sostanze chimiche inquinanti; la magnetometria; il rilevamento fotografico che potrà richiedere l'applicazione della fotografia normale, IR, parametrizzata fotogrammetrica, termo-visiva o endoscopica.
1 – Indagini atte a rilevare la presenza di stratificazioni storico/costruttive dell'edificio
a) Indagini termografiche – La termovisione dovrà consentire la visualizzazione di immagini non comprese nella banda del visibile (radiazioni elettromagnetiche comprese tra 0,4 e 0,75 micron) ma estese nel campo dell'infrarosso ed in particolare alla regione spettrale compresa tra 2 e 5 mm per le shortwave (onde corte) e fra 8 e 12 mm per le longwave (lontano infrarosso).
Gli accertamenti di stratificazioni costruttive preesistenti sono ottenibili tramite strumentazioni sensibili nel lontano infrarosso, meno disturbati dalle lunghezze d'onda del visibile (p.e. colori delle superfici).
All'appaltatore potrà essere richiesta l'indagine termografica al fine di valutare degrado dei rivestimenti evidenziando le discontinuità dei distacchi e le stratigrafie o per indagini in profondità sulle murature; l'appaltatore dovrà, quindi, riconoscere e determinare le stratificazioni delle differenti fasi costruttive della fabbrica individuando, sotto l'intonaco esistente, tutti gli elementi esistenti e realizzati con materiali differenti: chiusure di porte e di finestre, tipologie della tessitura muraria, cavità, discontinuità strutturali, canne fumarie, elementi strutturali (pilastri, architravi, archi di scarico) distacchi, cavità.; potrà anche essere richiesto di individuare l'andamento delle dispersioni termiche, il posizionamento delle tubazioni e degli impianti, il riconoscimento di zone interessate da fenomeni di umidità. Macchie di colore più scuro o più chiaro riveleranno la presenza di umidità localizzata, in quanto le zone asciutte e quelle umide daranno luogo a differenti flussi di emissione termica. L'appaltatore dovrà, se richiesto, individuare, sugli intonaci e sui litotipi calcarei, le parti solfatate, dove la temperatura è differente rispetto a quella delle parti carbonatiche, dovrà evidenziare le parti di intonaco distaccate dal supporto (riconoscibili in base a diversi valori emissivi) ed ogni elemento che, grazie al peso specifico diverso dal materiale circostante evidenzia la presenza di altri materiali (pietre, zanche, travi in legno).
La termografia dovrà permette di integrare i rilievi metrici con specifiche mappe tematiche relative alle le fughe termiche (ponti termici e zone di condensa), alle discontinuità strutturali, all'umidità, al quadro fessurativo ed alle azioni dei biodeteriogeni.
All'appaltatore potrà essere richiesto di utilizzare un monitor con immagini in bianco e nero con una scala di tonalità dei grigi dove le tonalità scure indicheranno le zone fredde e quelle chiare le zone calde; ove prescritto dagli elaborati di progetto dovrà invece fornire un termogramma prodotto su di un monitor a falsi colori, dotato di una scala di riferimento che riporterà sia il campo di temperatura inquadrato sia le temperature assolute di ogni colore.
Delle immagine ottenute a video dovrà produrre il numero richiesto di stampe fotografiche (tipo Polaroid) oppure dovrà realizzare la digitalizzazione delle immagini tramite specifiche elaborazioni al computer. Le immagini riprese, effettuate per singoli termogrammi, possono essere richieste anche in sequenza di accostamento, rese perpendicolari alla superficie da analizzare tramite posizionamento su apposito cavalletto, in modo da realizzare tramite successiva mosaicatura, ottenuta tramite comuni software di gestione immagini (Adobe Photoshop, Corel Draw, ecc.), un'immagine termica continua.
Se è richiesta l'immagine digitalizzata questa dovrà essere stampata e rielaborata per esaltare la lettura interpretativa dei dati registrati, attraverso un apposito software fornito dalle case produttrici.
Ad ogni materiale, caratterizzato da uno specifico comportamento termico, compete una altrettanto specifica emissione di calore consistente in radiazioni elettromagnetiche. La telecamera registra tali emissioni, le rimanda ad un elemento ad alta sensibilità, un rivelatore IR che necessita di una temperatura d'esercizio stabile ed il più bassa possibile.

In alcuni casi, laddove le superfici da rilevare non siano riscaldate per irradiamento solare diretto (superfici esterne esposte a Nord o a Sud/Sud-Est; superfici in ombra; spazi interni) l'appaltatore dovrà, ai fini del rilevamento, riscaldarne la superficie.
Il riscaldamento dovrà essere eseguito con termoconvettori, capaci di diffondere uniformemente il calore sulla superficie e di consentire in tal modo alla strumentazione la corretta lettura del fenomeno. L'uso di lampade ad infrarosso, comporterà invece un riscaldamento meno omogeneo e, quindi, meno efficace ai fini del rilevamento dei dati.
Per migliorare o per consentire alcune riprese dovranno essere utilizzati sistemi di raffreddamento criogenici che impiegano azoto liquido (–196°C) o argon (–186°C), sistemi termoelettrici (–70°C) o a cicli frigoriferi – ciclo stirling – (–197°C).
UNI 10824-1:2000 – 29/02/2000 – *Prove non distruttive – Termografia all'infrarosso – Termini e definizioni.*
b) Indagini endoscopiche – L'appaltatore dovrà adoperare endoscopi elettronici o a fibre ottiche adatti per raggiungere le cavità inaccessibili, grazie ai loro diametri piccoli, (da qualche centimetro a pochi millimetri), al fine di consentirne l'osservazione diretta. Saranno dotati di sistema di illuminazione dell'area e di idonei sistemi fotografici o di registrazione applicati all'oculare. Tramite questo sistema l'appaltatore dovrà esaminare condotte o parti cave di piccole dimensioni quali condutture di impianti, intercapedini, strutture nascoste, cavità situate nella muratura, canne fumarie, appoggi di solai ecc.; al fine di agevolare l'uso degli endoscopi l'appaltatore dovrà effettuare, dietro specifiche direttive della D.L. piccoli carotaggi. L'appaltatore sarà tenuto a fornire una soddisfacente documentazione fotografia o filmata sull'indagine svolta restituendo le informazioni ottenute nella forma richiesta.
c) Indagini magnetometriche – L'appaltatore utilizzerà i sistemi magnetometrici per l'individuazione dei materiali ferrosi inglobati in altri materiali o per individuare i punti di discontinuità del campo magnetico sfruttando il principio dell'induzione elettromagnetica, ovvero della capacità di un campo magnetico di indurre una corrente elettrica e viceversa. A tal fine potrà utilizzare un metal-detector composto da un oscillatore che genera la corrente ad alta frequenza attraverso una bobina. In presenza di metalli registrerà un forte assorbimento di corrente, proporzionale al quadrato della distanza. Se richiesto utilizzerà modelli muniti di una bobina con emissioni a frequenza costante; in questo caso il campo magnetico sarà intercettato da una seconda bobina, posta perpendicolarmente alla prima. In presenza di metalli il campo si deformerà e tale deformazione verrà registrata dalla seconda bobina e lo strumento sarà in grado di rilevare metalli a distanze o profondità maggiori rispetto al primo tipo, senza tuttavia fornire informazioni sulla geometria degli oggetti individuati. Qualsiasi sia la natura dello strumento l'appaltatore sarà tenuto a rispettare le istruzioni d'uso fornite dal produttore ed a segnalare i rinvenimenti su di una specifica mappa. A prova terminata l'appaltatore dovrà ricollocare il mattone e restituire le informazioni ottenute nella forma richiesta.
d) Indagini colorimetriche – La caratterizzazione colorimetrica di un materiale, in funzione dell'angolo di incidenza e di riflessione, è particolarmente complessa dovendo spesso misurare piccolissime variazioni di colore accompagnate a notevoli disparità nei valori della luminanza del campione. La corretta scelta dello strumento di misura in base alle proprie caratteristiche nominali e un'attenta valutazione di tutte le cause di incertezza, sono pre-requisiti indispensabili per ottenere risultati adeguati alle odierne richieste applicative. L'uso della strumentazione appositamente sviluppata per eseguire direttamente questo tipo di integrazioni, rende le misurazioni veloci ed economiche. Per contro, è necessario ricorrere a campioni di riferimento tarati, sia per disporre di una verifica sperimentale dell'incertezza di misura stimata, sia, in molti casi, per poter eseguire la misurazione stessa.
L'appaltatore utilizzerà in parte la fotografia parametrizzata e in parte le indagini effettuate in laboratorio. Tramite la fotografia parametrizzata riprenderà il manufatto con riferimento alle scale colorimetriche standardizzate secondo la scala Munsell. Le prove di laboratorio permetteranno di stabilire la determinazione chimica delle cariche e dei pigmenti contenuti nel rivestimento. A prova terminata l'appaltatore dovrà ricollocare il mattone e restituire le informazioni ottenute nella forma richiesta

- Indagini rivolte alla caratterizzazione dei materiali e all'accertamento dei loro degradi e delle patologie

MODALITÀ PER IL CAMPIONAMENTO DI MATERIALE IN OPERA – CRITERI PER IL CAMPIONAMENTO
La scelta del tipo e del numero di campioni da prelevare dall'opera va fatta sia in base ai diversi tipi litologici presenti, sia in base ad una osservazione visiva in loco. Da tale osservazione possono emergere:
- eventuali differenze originarie riscontrate nell'ambito di uno stesso tipo di materiale
- tipi fondamentali di materiali impiegati nell'opera (rocce magmatiche, metamorfiche, sedimentarie, laterizi, intonaci e/o stucchi e malte)
- macrostrutture (tessiture) dei tipi litologici riconosciuti
- colore ed altre eventuali caratteristiche dei materiali (per es. granulometria, se apprezzabile visivamente)
- posizionamento in opera del materiale litoide rispetto alle macrostrutture
- varie forme e stadi di degradazione, anche in funzione della quota e dell'esposizione
- alterazioni di origine biologica, tipiche ed atipiche (v. NORMAL – 1/80)
- eventuali precedenti interventi di restauro (pulitura, consolidamento, protezione, ecc.) o di sostituzione.

Documentazione – Vanno eseguite fotografie dell'opera nel suo complesso, delle parti che presentano vari stadi e forme di degradazione (macrofotografie) e delle zone da cui verranno prelevati i campioni. È inoltre necessario fornire una esauriente descrizione dei campioni prelevati, secondo la terminologia del documento NORMAL – 1/80, completandola con una documentazione fotografica dei campioni stessi e delle relative zone dopo il prelievo. È assolutamente necessario, infine, effettuare ricerche bibliografiche sulla natura e sulla provenienza dei materiali o delle materie prime

utilizzati per la costruzione dell'opera o per eventuali interventi di restauro. Nel caso che le ricerche bibliografiche non abbiano fornito utili indicazioni sulla provenienza del materiale si dovrà consultare la letteratura specializzata nel campo geologico e petrografico, nel tentativo di localizzare le aree di affioramento dei litotipi presenti e di individuare le cave o i punti di prelevamento dei medesimi.

Descrizione delle alterazioni macroscopiche

È assolutamente necessario procedere a un giudizio di massima sullo stato di conservazione dell'opera e ad una descrizione delle forme di alterazione apprezzabili visivamente nei diversi tipi di materiali riconosciuti, seguendo la terminologia del documento NORMAL-1/80.

MODALITÀ DI PRELIEVO PER LO STUDIO MINERALOGICO, CHIMICO, FISICO

a) Prelievi in superficie. Nella generalità dei casi le superfici da esaminare sono costituite da una struttura stratificata, cosicché le superfici stesse non possono essere adeguatamente investigate se non nel loro spessore. L'entità ditale spessore è variabile nei singoli casi, sia che si tratti di una successione di strati di finitura o di depositi superficiali, sia che lo strato definibile come superficiale sia di uno costituito dal materiale stesso, diversamente alterato in rapporto alla profondità. Pertanto i prelievi superficiali dovranno essere eseguiti per campionature successive di tutti gli strati presenti, compreso il substrato apparentemente non alterato, e, dove possibile, operando in una zona immediatamente adiacente un prelievo complessivo da destinare a sezione stratigrafica. Per i prelievi si farà uso degli utensili e delle tecniche di prelievo più idonei, scelti anche in base alla consistenza dei materiale.

Si utilizzeranno:

– pennelli a setola morbida per materiale polverulento
– bisturi per il materiale incoerente
– scalpelli per materiale più o meno coerente.

b) *Prelievi in profondità.* L'operazione va effettuata con opportuna carotatrice in grado di fornire campioni significativi. Quando possibile, i campioni in profondità andranno prelevati nella stessa posizione da cui sono stati prelevati i campioni superficiali o in posizione molto prossima.

Il diametro della carota dovrà essere il più piccolo possibile, compatibilmente con la disomogeneità del materiale. L'operazione deve essere compiuta a un basso numero di giri (circa 100 giri/min.) per evitare il surriscaldamento del campione. Le carote devono essere prelevate lavorando a secco; si potrà ricorrere ad un intervento ad umido solo quando l'operazione non potrà essere condotta altrimenti. La carotatrice dovrà essere utilizzata per rotazione, dovrà essere dotata di opportuna slitta in grado di garantire la perpendicolarità dei taglio, dovrà essere dotata di regolatore di velocità. Si dovranno impiegare punte a ghiera diamantata o a placchette in metallo duro, eventualmente sterilizzate per indagini microbiologiche. È necessario chiudere il foro lasciato dalla carota sul manufatto. Il riempimento deve essere fatto esclusivamente con materiale le cui caratteristiche chimiche e fisiche siano tali da impedire effetti secondari (sali solubili, fenomeni di dilatazione, ecc.).

Raccolta del Materiale Prelevato. All'atto di ogni singolo prelievo è necessario valutare le dimensioni dell'area interessata e della profondità del prelievo (ove possibile stimando con calibro comparatore). Il campione sarà conservato in contenitori di materiale inerte e di minimo volume, preventivamente pesati, tappati ermeticamente e contrassegnati con il numero o la lettera corrispondenti al prelievo. Sarà opportuno effettuare nel più breve tempo possibile una pesata del materiale tal quale. Tale misura permetterà un apprezzamento di massima del quantitativo di acqua libera presente nel campione al momento del prelievo.

MODALITÀ DI PRELIEVO PER LO STUDIO BIOLOGICO

Il campionamento per lo studio biologico deve essere effettuato sulla base di un attento esame visivo delle alterazioni tipiche ed atipiche (v. NORM A L – 1/80) presentate dal manufatto. I biodeteriogeni di interesse nel settore dei manufatti costituiti da materiali lapidei, e per i quali vanno previste specifiche modalità di campionamento, sono:

– microflora chemioautotrofa ed eterotrofa (batteri del ciclo dello zolfo e del ciclo dell'azoto, batteri eterotrofi, attinomiceti, funghi microscopici)
– alghe azzurre e alghe verdi
– licheni
– muschi
– erbe infestanti.

Anche quando sul manufatto non sono visibili alterazioni chiaramente riferibili ad una origine biologica può essere opportuno conoscere la carica microbica dei biodeteriogeni presenti e potenzialmente dannosi. In questo caso il campionamento dovrà essere effettuato con le tecniche di seguito illustrate, scelte a seconda dei biodeteriogeni di cui si vuole stabilire la presenza. La quantità di campione da prelevare dipende dal tipo di analisi che si vuole effettuare (qualitativa o quantitativa) e dal numero di differenti biodeteriogeni che si analizzeranno. A seconda dei casi si impiegano bisturi, pinzette o pennelli sterili. I prelievi vengono raccolti in piastre o provette sterili, che verranno poi ermeticamente chiuse con tappi sterili e nastro adesivo. Le specifiche modalità di campionamento dipendono dal tipo di biodeteriogeno che si vuole ricercare.

- Caratterizzazione chimico-fisico-mineralogica del materiale costruttivo (lapidei, malte, laterizi, ecc.)

a) Analisi atte a determinare la composizione chimica del materiale

Spettrofotometria ottica e ad assorbimento atomico – L'analisi si basa sulla proprietà dei corpi di assorbire ed emettere radiazioni di lunghezza d'onda peculiare nei campi del visibile, dell'ultravioletto e dell'infrarosso. Ogni elemento

possiede uno spettro caratteristico. Nel campo del visibile (0,4-0,8 micron) e dell'ultravioletto (0,000136-0,4 micron) la spettrofotometria permette l'identificazione ed il dosaggio dei singoli ioni presenti in una soluzione acquosa (Cu, Cd, Pb, Zn, Ni, Cr, As ed Hg). Nel campo dell'infrarosso (0,8-400 Nm) vengono identificati i composti organici presenti nel materiale.

Analisi chimiche. La composizione di una malta potrà essere determinata con analisi calcimetriche, che agiscono tramite la dissoluzione del campione in acido cloridrico, a concentrazioni e a temperature variabili. Con queste analisi andrà calcolato:

- il contenuto di Ca, Mg, Al, Fe (espressi in ossidi) e della silice
- il dosaggio del gas carbonico legato ai carbonati
- il dosaggio per perdita al fuoco dell'acqua d'assorbimento e di costituzione e delle sostanze organiche eventualmente presenti.

Queste analisi potranno essere integratea da una determinazione per via stechiometrica della percentuale di carbonato di Ca; il residuo insolubile restituisce la percentuale dell'aggregato. Con questi metodi tradizionali di determinazione delle caratteristiche chimiche non è però possibile giungere ad identificare convenientemente il tipo di legante presente e l'interazione con altri elementi costitutivi, quali il cocciopesto e la silice. All'indagine tradizionale è possibile affiancare tecniche che si basano sul riconoscimento e sul dosaggio dei vari elementi per via atomica. Tali tecniche uniscono alla grande precisione la caratteristica di poter utilizzare campioni minimi di materiale (bastano infatti generalmente mg 100-150 di sostanza per effettuare una serie completa di analisi).

b) Analisi atte a determinare la caratterizzazione mineralogica petrografica

Questo tipo di analisi è finalizzato alla conoscenza morfologica e tessiturale (aggregazione dei vari elementi componenti, stato e taglia dei cristalli presenti, ecc.) dei componenti mineralogici di un materiale lapideo (artificiale o naturale) di una malta o di un pigmento.

Sono analisi che forniscono essenzialmente risultati di tipo qualitativo. Alcune di esse, diffrattometria e osservazione al microscopio polarizzatore di sezioni sottili, sono da considerarsi complementari ai fini del riconoscimento del materiale.

Sezioni sottili – L'ottenimento di sezioni sottili è dato da una sezione della dimensione di qualche micron, o più piccole, di un piccolo campione del materiale che si vuole analizzare, incollato tramite una resina su vetrini ed analizzato al microscopio polarizzatore. Il principio che permette di leggere la struttura di un campione lapideo (artificiale o naturale) si basa sulla loro capacità di essere opachi o trasparenti alla luce.

Il microscopio polarizzatore consente, tramite l'uso di determinati filtri, di ottenere una visione chiara e dettagliata della sezione sottile, eliminando da un fascio di luce normale, le oscillazioni che avvengono in tutti i piani tranne uno, lungo cui passa solo luce polarizzata. Se a questo primo filtro polarizzatore se ne aggiunge un secondo, detto analizzatore, si ha una seconda modalità di visione (nel primo caso si dirà osservazione a Nicols paralleli, nel secondo a Nicols incrociati). La sintesi dei dati emersi dalle osservazioni a nicols paralleli e nicols incrociati permette di rilevare, attraverso l'osservazione di proprietà ottiche, morfologia e dimensioni relative dei minerali presenti, tessitura della roccia, aggregazione degli elementi costituenti. A Nicols incrociati quando la luce usata è policroma per molti dei materiali inorganici, anisotropi e bi-rifrangenti, si determinano fenomeni di eliminazione di alcuni colori dal fascio di luce policroma (bianca). Questi colori, osservati in luce polarizzata, sono dipendenti dalla sostanza. L'osservazione in sezione sottile permette quindi di analizzare:

1. le fasi mineralogiche presenti, dal colore proprio del minerale, a Nicols incrociati (p.e., la calcite si presenta iridescente, il Plagioclasio bianco-grigio, a forma allungata e pluriconnesso, con presenza di rigature, ecc.); caratteri legati alle proprietà cristallografiche dei singoli minerali (p.e. i minerali che cristallizzano nel sistema rombico, si vedono estinti a Nicols incrociati); forma dei cristalli (p.e. olivina generalmente esagonale, plagioclasio e biotite allungati);
2. la tessitura e la struttura della roccia o intonaco analizzati (ovvero dimensione media dei cristalli, se in pasta di fondo, opaca alla luce, se in una matrice micritica, ovvero in un fondo microcristallino, ecc.).

L'osservazione in sezione sottile consente quindi, tramite il riconoscimento delle caratteristiche mineralogiche, di determinare la tipologia della roccia, degli elementi componenti la malta o il pigmento, determinandone le specie mineralogiche presenti e consentendo di rilevare eventuali fenomeni di alterazione dei componenti.

Tali dati saranno esplicati nella relazione fornita a seguito dell'osservazione, che conterrà anche riproduzioni delle immagini tratte dalle sezioni sottili.

L'osservazione in sezione sottile è parametrata dal documento Normal 14/83.

Sezioni lucide – Dette anche cross-section, tali sezioni prevedono analogo trattamento dl campione, ma vengono tagliate perpendicolarmente alla superficie allo scopo di determinare la stratigrafia del campione prelevato piuttosto che le caratteristiche dei minerali. Vengono generalmente adoperate per gli intonaci e per gli strati di pigmenti. La loro osservazione viene fatta con un normale microscopio ottico oppure tramite lettura al SEM (microscopio elettronico a scansione).

Diffrattometria a raggi X – La diffrattometria a raggi X viene utilizzata per la caratterizzazione mineralogica di campioni di materiale lapideo o di malte e per la rilevazione della presenza di specie saline inquinanti. È una prova essenzialmente qualitativa e non quantitiva, giacché individua le fasi minerali presenti, ma non la loro quantità o distribuzione percentuale. Il procedimento si avvale della proprietà di diffrazione ai raggi X sulle pareti dei cristalli dei minerali presenti nel campione, preventivamente ridotto in polvere attraverso la frantumazione in pestaio d'agata o di porcellana. L'analisi effettuata fornirà un grafico, i cui i picchi rilevati dalla lettura individuano le fasi cristalline presenti, attraverso l'altezza dei picchi prodotti. La misura dell'altezza di tali picchi consente, infatti, di individuare, tramite opportune tabelle parametriche, le fasi minerali presenti all'interno del campione analizzato. A tale grafico va allegata una relazione esplicativa dell'analisi effettuata.

Fluorescenza a raggi X – È un'analisi non distruttiva che consente di identificare gli elementi chimici che compongono una sostanza. I vantaggi rispetto all'analisi chimica per via umida sono l'elevata sensibilità ed i brevi tempi di misura dell'ordine dei minuti. Inoltre i campioni si conservano indefinitamente. Il limite di questo metodo è rappresentato dal fatto che non si possono identificare gli elementi di numero atomico inferiore a quello del sodio.
La precisione dell'analisi dipende dalla quantità degli elementi chimici e dalle modalità di preparazione del campione. L'eccitazione di un atomo può avvenire per irraggiamento con onde elettromagnetiche (luce visibile, UN, raggi X, raggi y) o particelle (elettroni, protoni, neutroni) di alta energia. Si ha fluorescenza di raggi X quando nell'atomo irraggiato si crea una vacanza elettronica in uno strato interno (K, L) e un elettrone degli strati più esterni – meno legato e quindi di energia maggiore – va ad occupare tale vacanza, con conseguente emissione dell'energia residua come radiazione X. La rivelazione di tale radiazione, che è caratteristica di ciascun atomo, ne consente l'identificazione.
c) Analisi atte a determinare proprietà fisiche e/o ottiche
Porosimetria al mercurio (UNI-NORMAL 4/80) – La determinazione del tipo, percentuale, distribuzione dei vuoti esistenti fra le varie componenti del materiale lapideo analizzato (naturale o artificiale) è elemento utile sia a determinare i fattori di alterazione ed alterabilità di un supporto lapideo, sia a calibrare trattamenti di pulitura e consolidamento. La maggiore capacità di imbibizione è infatti correlata più che alla distribuzione percentuale delle cavità, alla loro dimensione ed interconnessione. Porosità di diametro ridotto ed interconesse favoriscono i fenomeni di imbibizione o l'ingresso di componenti alterative attraverso la condensazione del vapore acqueo che può contenerle. La tecnica, si basa sulla penetrazione di mercurio all'interno dei pori a pressioni controllate, consente infatti di conoscere le dimensioni dei pori presenti nel materiale e le corrispondenti percentuali di volume occupate da questi, per un intervallo di dimensioni dei pori compreso fra 0,0037 e 75 micron. La determinazione dei diametri è conoscibile in maniera indiretta e desumibile dalla pressione applicata per la penetrazione del Mercurio, inversamente proporzionale alla dimensione delle porosità.
Le risultanze dell'analisi forniscono un grafico, in cui vengono riportati in ascissa il raggio dei pori, espresso in micron, in ordinata, la percentuale di distribuzione delle diverse cavità presenti.
Ai fini del consolidamento, analogamente, la conoscenza preventiva della porosità può essere parametro per la valutazione della quantità di consolidante da impiegare e per le modalità di applicazione di questo ai fini di una giusta penetrazione del prodotto. La valutazione della porosità successivamente all'intervento, può inoltre essere utile a verificare l'efficacia dell'intervento stesso.
Colorimetria – stesse analisi di cui all'art. 62 d).

- Indagini sulle patologie dei materiali

Analisi sulla presenza dei sali solubili e delle sostanze estranee

Cromatografia ionica – È una tecnica che consente, utilizzando minime quantità dell'ordine dei microgrammi, di identificare le sostanze organiche, usate come coloranti o come leganti, in base alla separazione dei componenti di una miscela. La sostanza da analizzare, mescolata ad un liquido o a un gas, scorre su un supporto solido o liquido separandosi nei suoi componenti, che migrano con velocità diverse dipendenti dalle loro caratteristiche chimico-fisiche rendendone così possibile l'identificazione. Nella cromatografia su strato sottile – tecnica di cromatografia in fase liquida – la fase stazionaria è una polvere stesa in strato sottile ed uniforme su una lastra di vetro, di metallo o di plastica, all'estremità della quale si pone la sostanza da analizzare, che migra per capillarità. Il riconoscimento avviene per confronto con sostanze standard,eventualmente facendo uso di coloranti o ricorrendo alla fluorescenza ultravioletta.
Analisi delle sostanze inorganiche – Stesse analisi per la caratterizzazione di cui all'art. 62.
Analisi delle roste nere – Diffrattometria ai raggi X di cui all'art. 64.
Microscopia ottica – Permette l'osservazione del colore delle componenti, del rilievo delle singole sostanze, dei caratteri morfologici, quali la forma, l'abito cristallino, la sfaldatura, le fratture e le deformazioni, le patologie da stress meccanico (NORMAL 14/83).
Microscopia elettronica a scansione (SEM) con microsonda X – Consente di individuare la distribuzione dei componenti e dei prodotti di alterazione. I risultati sono documentati con fotografie, mappe di distribuzione degli elementi e diagrammi.

- Rilevamento delle alterazioni dovute a presenza di umidità

Capacità di assorbimento – È l'attitudine di un materiale ad assorbire acqua, che viene fissata nelle cavità interne. Come è noto l'altezza della risalita capillare è legata poi all'evaporazione della stessa acqua di risalita: il livello massimo sarà determinato dal raggiungimento di una superficie bagnata che garantisce evaporazione di una quantità di acqua pari a quella assorbita dal terreno.
Determinazione della curva di assorbimento di acqua e della capacità di imbibizione – Vengono ricavate per immersione totale del campione in acqua e per pesate successive. Queste prove richiedono quantità di materiale piuttosto elevate (NORMAL 7/81).
Determinazione della capacità di adescamento – Consiste nel misurare la quantità d'acqua assorbita per capillarità da un campione posto a contatto con una superficie liquida. Metodologia e inconvenienti sono i medesimi della prova di determinazione della curva di assorbimento e della capacità di imbibizione (NORMAL 11/82).
a) Tecniche per la misurazione delle temperature e dell'umidità – Queste misure andranno eseguite ricorrendo a strumenti di facile impiego (termometri ed igrometri), in grado di fornire sia valori ambientali (quadro termo

igrometrico) che valori relativi alle superfici. Per la determinazione dei valori relativi alle parti interne di singoli manufatti si dovrà ricorre a strumenti più precisi quali le sonde ed i misuratori del coefficiente di trasmissione termica.
Le informazioni più esaurienti si potranno ottenere solo ricorrendo alle prove limitatamente distruttive da eseguire tramite il prelievo di campioni umidi da pesare e valutare in seguito alla loro essiccazione o in alternativa con la tecnica del carburo di calcio. L'umidità superficiale presente su di un componente potrà essere misurata ricorrendo a misuratori elettronici.

Misure di temperatura dell'aria

Termometri a mercurio o ad alcool – Questi strumenti, basati sul principio della dilatazione termica vengono utilizzati in laboratorio per la taratura ed il controllo degli altri tipi di strumenti.

Termometri a lamina bimetallica – Il principio di funzionamento si basa sulla deformazione che subisce una lamina bimetallica al variare della temperatura. La lamina è composta da due strisce metalliche sovrapposte e saldate fra loro, con diverso coefficiente di dilatazione termica. Strumento robusto di modesta precisione.

Termometri a termocoppia – Da utilizzare nel caso di registrazioni di temperatura prolungate nel tempo. Le giunzioni di due metalli diversi vengono mantenute a temperature differenti, in modo che tra di esse si venga a stabilire una differenza di potenziale. Mantenendo una delle due giunzioni ad una temperatura nota, si potrà risalire alla temperatura dell'altra, misurando la conseguente differenza di potenziale. Lo strumento è in grado di rilevare anche misure puntiformi, in quanto l'elemento sensibile è la giunzione di due fili sottilissimi.

Termometri a semiconduttori – Rilevano la temperatura attraverso un sensore costituito da un elemento che varia la sua resistenza al variare della temperatura. Conoscendo la resistenza elettrica si potrà risalire alla temperatura dell'aria. Sono gli strumenti più utili e pratici in relazione alla facilità ed alla precisione con la quale si possono attualmente misurare le variazioni di resistenza elettrica.

Misure delle temperature superficiali

Qualsiasi strumento che misura la temperatura dell'aria è anche in grado di misurare la temperatura superficiale; al fine di assicurarsi che non siano influenzati dalla temperatura dell'aria occorre assicurare un contatto perfetto tra l'elemento sensibile e la struttura. Si possono pertanto utilizzare i termometri a termocoppia, a termistori o a semiconduttori. Per limitare l'influenza della temperatura dell'aria, l'elemento sensibile viene inserito in un cono di argilla precedentemente applicato sulla superficie muraria.
Per misurare la temperatura interna di una struttura muraria basta inserire l'elemento sensibile all'interno di un foro di opportune dimensioni, avendo cura di riempire il foro, per tutta la sua lunghezza, con del materiale compatto in modo che la misurazione non possa venire influenzata dalla temperatura interna dell'aria.
Strumenti specifici per misurare la temperatura superficiale dei materiali risultano essere i termometri a raggi infrarossi. Ogni corpo infatti emette raggi infrarossi. Se tali raggi si convogliano con un sistema ottico su un termometro a termocoppia ad alta amplificazione, si può conoscere istantaneamente la temperatura di quel corpo.

Misure contemporanee di differenti variabili e relativa registrazione

Si potranno utilizzare essenzialmente tre strumenti che ovviamente non restituiscono dati in tempo reale e che devono essere posizionati in situ per periodi prestabiliti.

Termoigrografo – Lo strumento deve essere in grado di leggere e trascrivere i dati relativi sia all'umidità relativa che alle temperature e sarà costituito da un'unità di acquisizione dei dati e da un'unità di registrazione formata da un cilindro sul quale viene adagiato un apposito tabulato in carta sul quale un ago traccerà l'andamento giornaliero dell'umidità relativa e della temperatura. La velocità di rotazione del cilindro sarà inversamente proporzionale alla precisione che si vorrà ottenere nella fase di registrazione.

Termoigrometro – Lo strumento dovrà essere capace di registrare, tramite apposite sonde, l'umidità assoluta (da 0,1 a 150 g di acqua per kg di aria), il punto di rugiada (da -40 a +60 °C), l'umidità relativa (dal 15 al 90%) e la temperatura dell'aria (da –40 a +120°C). Lo strumento potrà essere dotato di un dispositivo di memorizzazione dei valori massimi e minimi registrati durante la rilevazione.

Termoigrometri digitali – Lo strumento misurerà l'umidità relativa e la temperatura ambiente reagendo rapidamente alle variazioni di umidità. Il sensore dell'umidità relativa sarà del tipo a condensatore a film sottile, che permetterà una reazione molto rapida alle variazioni dell'umidità, unita ad una precisione piuttosto elevata.

b) Accertamento della presenza di umidità da risalita. Metodi quantitativi

Metodo al carburo di acetilene

Il principio su cui si basa è quello della lettura della pressione generata da un gas che si sprigiona a seguito di una particolare reazione chimica, in presenza di acqua. Più precisamente, mescolando un campione di muratura umida con del carburo di calcio (in capsule o sfuso da misurare in bilancia di precisione) si sviluppa un gas, acetilene, in misura direttamente proporzionale alla quantità di acqua contenuta nel provino. Avvenendo la reazione chimica in ambiente chiuso, il gas sprigionato esercita una pressione, tanto maggiore quanto maggiore è il quantitativo di gas, e quindi il contenuto di acqua; la sollecitazione misurata mediante manometro indica dei valori relativi all'umidità presente nel materiale (da misurare su apposite tabelle di conversione). Il metodo fornisce una sufficiente attendibilità (mai assoluta) solo quando si conosce con esattezza la composizione del materiale esaminato. Le modalità di esecuzione sono le seguenti:

- si esegue un prelievo di una quantità standard di materiale e si riduce in polvere
- si predispone di una dose prefissata di carburo di calcio in misura proporzionale al materiale prelevato
- si immettono i due materiali, separatamente e in fasi successive, all'interno di uno speciale contenitore metallico indeformabile ed ermetico;

– si chiude il recipiente scotendolo in modo tale da consentire l'omogenea miscelazione delle due polveri;
– si attende che l'acetilene, che si sviluppa per effetto della reazione chimica tra il carburo di calcio e l'acqua contenuta nel materiale, confinato dalla parete rigida del recipiente, eserciti una pressione sul manometro a chiusura del contenitore. Il valore della pressione rilevato sarà funzione dell'acqua presente nel campione di muratura, ed indicherà i valori dell'umidità presente nel materiale riferito al peso secco.

L'analisi descritta è di notevole precisione, come già accennato, nel caso in cui sia nota l'esatta composizione del materiale esaminato, cosa in genere piuttosto difficile, di conseguenza si rientra in un margine di errore. Gli strumenti necessari per lo svolgimento della prova sono portatili e di poco ingombro e forniscono risultati immediati, seppure di tipo indicativo. Essendo necessario ridurre in polvere il campione per riuscire ad ottenere la reazione chimica desiderata, ed essendoci durante questa operazione una perdita d'acqua per evaporazione, è bene effettuare il prelievo del materiale in periodi o condizioni in cui sia contenuta l'evaporazione superficiale dell'acqua.

Metodo ponderale su campioni in polvere – Questo sistema si basa su di un principio molto semplice che se condotto correttamente è in grado di fornisce risultati di notevole precisione, decisamente migliori di quelli conseguibili con altri sistemi. La prova consiste nel prelevare mediante una carotatrice un campione di muratura, e nel pesarlo sia al momento del prelievo che dopo averlo essiccato; la differenza tra le due pesate misura il contenuto d'acqua presente nel campione. L'appaltatore dovrà provvedere, al prelevamento in profondità (nucleo della muratura) del numero di campioni richiesto dalla D.L.

L'esecuzione dell'accertamento non richiede in cantiere l'uso di una apparecchiatura specifica, ma il laboratorio dovrà disporre di una specifica stufa per essiccare il campione e di una bilancia di precisione. Le fasi dell'analisi saranno le seguenti:

a) Prelievo di un campione di materiale umido per mezzo di scalpello o di carotiere a secco con bassissime velocità di rotazione (l00 / 200 giri al minuto) al fine di evitare sviluppo di calore e la conseguente evaporazione dell'acqua.
b) Inserimento del campione prelevato in uno specifico contenitore in vetro, o in polietilene, con tappo a tenuta, preventivamente pesato; durante il trasporto in laboratorio occorre porre la dovuta attenzione al non esporre il recipiente agli sbalzi di temperatura al fine di garantirne l'idonea conservazione.
c) Esecuzione di una pesata complessiva, contenitore e campione.
d) Ulteriore pesata del campione estratto.
e) Essiccamento in stufa ad una temperatura pari a circa 105°C, fino ad ottenere un peso costante; determinazione del peso del campione essiccato e della percentuale di umidità riferita al peso umido, al peso secco, ed al volume.

Generalmente per essiccare i campioni saranno utilizzate delle stufe normali, con ricambio d'aria trascurabile, o stufe in corrente d'aria calda. Se i campioni da analizzare sono molti sarà preferibile ricorrere a particolari stufe a radiofrequenza, che consentono la notevole riduzione dei tempi di essiccazione. Oltre alla notevole precisione dei risultati, il sistema ponderale permette l'utilizzo del campione per ulteriori esami di laboratorio (dosaggio dei sali solubili e l'identificatone dei materiali costituenti). Il lato negativo consiste nel dovere eseguire un prelievo modesto ma distruttivo.

c) Accertamento della presenza di umidità da risalita – Metodi qualitativi

Misure elettriche resistive – Il metodo delle misure elettriche resistive si fonda sul principio che il comportamento di una muratura umida può essere assimilato a quello di una resistenza; applicando sulla muratura due sonde ravvicinate (con forma di aghi) collegate ad uno strumento di misura, quest'ultimo fornisce dei valori, espressi in percentuale, del contenuto d'acqua. La corrente elettrica sarà inversamente proporzionale alla resistenza misurabile tra i due aghi infissi, e direttamente proporzionale alla quantità d'acqua presente nel materiale. Le misure elettriche resistive interessano solo l'intonaco, o comunque la sola superficie dei materiali, per una profondità di qualche millimetro/centimetro. Generalmente si dovrà ricorrere ad una tabella di taratura e di riscontro, che analizza i materiali più usuali, essendoci nella misura un certo margine di errore dovuto al fatto che la resistenza elettrica dipende, oltre che dal quantitativo d'acqua, anche dalla presenza di sali e dalla natura stessa del materiale esaminato, di cui non sempre è nota con certezza la natura.

Le misure verranno eseguite previa la taratura preliminare dello strumento, l'inserimento degli elettrodi ad ago nel materiale (a leggera pressione), l'eventuale sigillatura, l'attivazione del passaggio della corrente e la successiva misura strumentale mediante e comparazione dei valori rilevati con la taratura iniziale.

Misure elettriche capacitive – Le misure capacitive consistono nel rilevare la costante dielettrica di una porzione di intonaco sulla quale vengono posti superficialmente due elettrodi a piastra. Questi ultimi possono essere entrambi ubicati sulla stessa parete, oppure su due facce della struttura; nel primo caso la costante misurata sarà quella del materiale di contatto, nel secondo dell'intera sezione interposta tra le due piastre di rilevamento.

Le misure verranno eseguite mediante: il posizionamento di due elettrodi a piastra sulla parte di materiale su cui condurre l'indagine, la determinazione della costante dielettrica del materiale di contatto, o dell'intera sezione, selezionando una zona asciutta; la successiva definizione della costante dielettrica del materiale, o dell'intera sezione in una zona umida; depurazione dei risultati ottenuta tramite il confronto fra le due differenti misure (in zona asciutta ed umida), e determinazione finale, per sottrazione del valore dell'umidità.

Le misure capacitive presentano il vantaggio di risultare rapide, di non richiedere alcuna infissione. Gli elettrodi a piastra, in genere, sono poco influenzati dalla presenza di sali. Questo sistema, che prevede il semplice contatto, può essere applicato su superfici pregiate senza intaccarle in alcun modo.

Mappatura termografica – Vedi art. 57.1.a)

d) Accertamento della presenza di umidità da condensa

All'appaltatore potrà essere richiesto il rilevamento periodico o in continuo dei valori di T ed UR tramite termoigrometri o termoigrografi. Queste misure andranno eseguite ricorrendo a strumenti di facile impiego (termometri

ed igrometri), in grado di fornire sia valori ambientali (quadro termo igrometrico) che valori relativi alle superfici. Per la determinazione dei valori relativi alle parti interne di singoli manufatti l'appaltatore dovrà ricorre a strumenti più precisi quali le sonde ed i misuratori del coefficiente di trasmissione termica. Per misure in continuo potrà essere richiesto l'utilizzo di registratori fissi o portatili di temperatura e di umidità relativa. Questi strumenti dovranno registrare in continuo temperatura e umidità, attraverso appositi sensori, registrando i valori a traccia in continuo su un cilindro. Lo strumento sarà dotato di un orologio interno a movimento meccanico per registrazioni nelle: 24 ore, 7 giorni e 4 x 7 giorni, provvisto di un elemento tipo bimetallico per la misura della temperatura e di un elemento a fascio di capelli per la misura della umidità alimentati a corrente o a batteria standard da 1,5 V.

- Indagini preliminari ai trattamenti protettivi e consolidanti ed indagini volte alla verifica **dell'efficacia dell'intervento effettuato**

Valutazione preliminare dell'efficacia dei materiali e dei metodi per gli interventi conservativi

I controlli possono essere effettuati non solo in vista della conservazione di un determinato manufatto, ma anche allo scopo di qualificare eventuali nuovi prodotti e nuove metodologie. Essi vanno eseguiti in parallelo su materiale lapideo trattato e non trattato, avendo cura di effettuare il trattamento in laboratorio con modalità il più possibile simili a quelle da impiegare sul manufatto. Le misure dovranno essere condotte secondo le Raccomandazioni NORMAL o, in assenza di queste, dovranno essere chiaramente descritti i metodi sperimentali adottati. Quando per un intervento su un particolare materiale lapideo si voglia utilizzare un prodotto, o un metodo, già ampiamente sperimentato su pietre dello stesso tipo, o analoghe, nel progetto esecutivo andrà fatto chiaro riferimento a tali precedenti esperienze.

Pulitura

L'efficacia di un metodo di pulitura può essere valutata solo mediante prove preliminari effettuate direttamente sul manufatto, mentre l'eventuale pericolosità nei riguardi dei litotipo va valutata mediante prove di laboratorio. Il sistema in esame va applicato, con modalità e tempi il più possibile simili a quelli che verranno adottati in loco, ad almeno cinque campioni di ogni litotipo. I campioni devono essere di forma regolare (per esempio:lastrine di c m 5 x 5 x 2), la superficie da trattare va levigata in modo omogeneo con carte smerigliate a granulometria via via più sottile (fino al n. 1000). Dopo il trattamento di pulitura andranno misurati almeno:

a) colore d'insieme (per esempio, mediante le Carte Munsell, DIN, Methuen)
b) assorbimento d'acqua per capillarità attraverso la superficie trattata (NORMAL-11/82)
c) rugosità (preferibilmente mediante rugosimetro)
d) morfologia della superficie (mediante osservazioni al microscopio ottico in campo chiaro ed in campo scuro)
e) variazione ponderale
f) contenuto di eventuali sali solubili residui(nel caso di pulitura con mezzi chimici).

Consolidamento e protezione chimica

Un trattamento di consolidamento deve essere sempre seguito da un trattamento di protezione che, tenuto conto del fatto che un'azione protettiva nei confronti dell'acqua è sempre auspicabile, conferisca idrorepellenza alla pietra. Poiché in commercio esistono prodotti consolidanti che hanno anche proprietà idrorepellenti, i campioni trattati con tali prodotti non andranno sottoposti ad ulteriore trattamento protettivo. Solo così il confronto fra consolidanti di natura diversa, alcuni dei quali con caratteristiche idrorepellenti, sarà significativo.

Preparazione dei campioni

I campioni devono essere di forma regolare, generalmente si opera su cubi con spigolo di 5 cm o comunque non inferiore a 3 cm. Il taglio viene effettuato con disco diamantato, a umido. Per i campioni destinati a prove meccaniche è necessaria la perfetta planarità della superficie. Il numero minimo di campioni da impiegare dipende dall'omogeneità del materiale lapideo e dalla sequenza operativa che si adotterà nell'esecuzione delle misure, alcune delle quali richiedono la distruzione del campione. In linea di massima si ritiene necessario impiegarne almeno 20 per ogni tipo di trattamento da sottoporre a controllo.

Quando il controllo viene effettuato per ricercare il trattamento più idoneo ad un particolare monumento sarebbe opportuno utilizzare campioni provenienti dal monumento stesso e rappresentativi dello stato di conservazione di ciascuno dei litotipi presenti. Poiché non sempre è possibile prelevarne in quantità sufficiente per la sperimentazione, ci si può servire di materiali dello stesso litotipo recuperati nella demolizione o sostituzione di parti di edifici della zona ed appositamente archiviati e immagazzinati (NORMAL 2180).

Qualora non si verifichino le precedenti alternative vanno utilizzati campioni di cava invecchiati naturalmente o artificialmente. L'invecchiamento deve essere spinto fino a raggiungere, con sufficiente approssimazione, le caratteristiche del materiale in opera. La scelta del tipo di "invecchiamento artificiale" viene effettuata di volta in volta in base ai risultati ottenuti dall'indagine sulle cause di degrado. I metodi più frequentemente impiegati sono: cicli di gelo-disgelo, cicli di secco-umido, cicli di cristallizzazione di sali e cicli di corrosione per nebbia acida.

Applicazione dei consolidante

a) I campioni destinati alle prove di assorbimento di acqua per immersione e di resistenza all'invecchiamento vengono completamente rivestiti da due strati di garza con uno strato di ovatta di cotone interposto ("packet"). I provini, così rivestiti, vengono poggiati su un supporto di vetro posto all'interno di una vaschetta, anch'essa di vetro, contenente la soluzione consolidante. Il livello della soluzione non deve raggiungere la base dei provini e va mantenuto costante; l'impregnazione avviene per capillarità attraverso un lembo di ovatta che fuoriesce appositamente dal "packet" e che si trova immerso nel liquido impregnante;
b) i campioni destinati alle misure di porosità, alla valutazione della profondità di penetrazione, alla misura della permeabilità al vapor d'acqua e alla misura dell'assorbimento di acqua per capillarità non vengono fasciati. In questo caso

l'impregnazione si effettua su una sola faccia del campione. Si opera per capillarità mediante una spessa striscia di cotone posizionata in modo da avere l'estremità inferiore immersa nella soluzione e quella superiore aderente alla faccia da impregnare. Una siffatta preparazione consente di valutare meglio l'effettiva profondità di penetrazione del consolidante, in quanto è più simile al trattamento effettuabile in situ.

Sia nel caso a) che nel caso b) la concentrazione del consolidante viene stabilita mediante prove preliminari; il tempo di trattamento è in genere di 72 ore. Fa eccezione il caso in cui la ditta fornitrice specifichi particolari modalità di applicazione. Terminato il processo di impregnazione, i provini vanno liberati dall'involucro di garza e cotone e lasciati asciugare, prima a temperatura ambiente e poi in stufa. Salvo diversa indicazione della ditta fornitrice, il tempo di permanenza in aria è di circa 1 mese e la temperatura della stufa è di 50-60° C.

Applicazione del protettivo

Terminato il processo di consolidamento, viene applicato il protettivo, a temperatura ambiente e, in genere, mediante pennello, sulle stesse facce del campione trattate con il consolidante. Normalmente si effettuano due applicazioni successive con un intervallo di tempo variabile da 1 a 3 giorni, salvo diversa indicazione della ditta fornitrice. I campioni vengono poi lasciati a temperatura ambiente per almeno 20 giorni, prima di iniziare i controlli, salvo indicazione della ditta fornitrice. Per valutare l'efficacia del solo protettivo, il prodotto si applica su campioni tal quali e con le stesse modalità ora descritte.

Caratteristiche dei prodotti impiegati

La viscosità dei prodotti impiegati per il consolidamento e per la protezione viene misurata a 20°C ed espressa in cl nel caso di prodotti sciolti in solvente, la concentrazione della soluzione impiegata viene espressa come in massa.

Misure per la valutazione di trattamenti consolidanti e protettivi. Le misure vengono effettuate su almeno tre campioni trattati e, per confronto, su uno stesso numero di campioni non trattati. Vanno valutate almeno le seguenti caratteristiche:

a) variazione ponderale
b) colore d'insieme (mediante Carte Munsell, DIN, Methuen; con misure di riflettanza)
c) assorbimento d'acqua per capillarità (v. NORMAL – 11/82)
d) assorbimento d'acqua per immersione totale (v. NORMAL – 7/81)
e) assorbimento d'acqua sotto basse pressioni, con il metodo della pipetta
f) velocità di evaporazione dell'acqua assorbita. La prova viene effettuata immediatamente dopo quella dell'assorbimento di acqua per immersione totale, sugli stessi campioni, in condizioni costanti di temperatura e di umidità relativa ed in assenza di ventilazione (T = 20 °C, UR 55% ottenuta con gel di silice);
g) distribuzione porosimetrica (v. NORMAL – 4/80). Le misure vengono effettuate su almeno due strati successivi del campione, a partire dalla superficie trattata. Ogni strato deve avere uno spessore di 0,5 cm e, per ognuno di essi, si eseguono almeno 3 misure;
h) permeabilità al vapor d'acqua misurata su strati dello spessore di 1cm, ottenuti sezionando il campione parallelamente alla faccia trattata;
i) valutazione della profondità di penetrazione del consolidante. Si opera mediante: misure di porosità su strati successivi; metodi ottici quali l'osservazione al microscopio ottico ed elettronico a scansione di porzioni successive di campione e l'osservazione ad occhio nudo di sezioni, trasversali alla faccia trattata, spruzzate con acqua; misura della velocità di assorbimento di microgocce di acqua, sulle stesse sezioni trasversali;
j) resistenza a compressione ed analisi della curva sforzo-deformazione. Si fa presente che per materiali lapidei poco porosi la prova potrebbe non essere particolarmente significativa per il minimo incremento che il materiale potrebbe subire a causa della ridotta penetrazione del consolidante.

Le misure, ad eccezione di quelle elencate al punto i), vanno ripetute dopo aver esposto i campioni ad un numero conveniente di cicli di "invecchiamento artificiale". Tali cicli vanno scelti tra quelli che meglio simulano i fattori di alterazione ai quali è esposto il manufatto da trattare. Gli "invecchiamenti" più frequentemente usati, anche in combinazione fra loro, sono:

– esposizione alle radiazioni UV, in condizioni controllate di temperatura ed umidità relativa
– cicli di secco-umido e cicli termici
– cicli di gelo-disgelo
– cicli di cristallizzazione di sali
– cicli di corrosione per nebbia acida e/o salina.

Misure per la valutazione di trattamenti protettivi

Volendo valutare l'efficacia del solo protettivo vanno considerate almeno le caratteristiche elencate nel precedente paragrafo (misure per la valutazione di trattamenti consolidati e protettivi) ai punti b), c), e), f), h). Va inoltre eseguita la misura dell'angolo di contatto tra la superficie trattata e acqua deionizzata. Le misure vanno ripetute dopo aver esposto i campioni ad un numero sufficiente di cicli di "invecchiamento artificiale" secondo quanto descritto al paragrafo precedente.

Valutazione dei risultati

La valutazione dell'efficacia dei trattamenti di pulitura, consolidamento e protezione va effettuata esaminando complessivamente l'insieme dei risultati ottenuti e stimando eventualmente la significatività delle diverse prove in funzione dello scopo del trattamento preso in esame (prevalentemente consolidante, solo protettivo, ecc.). Al momento attuale non si possono stabilire dei limiti di accettabilità per i vari trattamenti. La valutazione non ha mai valore assoluto, ma rappresenta comunque un modo oggettivo di confronto tra materiale trattato e non trattato e tra prodotti diversi. Per la sua delicatezza, va affidata soltanto ad esperti scientifici con specifica esperienza nel settore della conservazione dei materiali lapidei.

Pulitura
Tutte le proprietà misurate (a, b, c, d, e, f) devono subire le minori variazioni possibili.
Consolidamento
a) variazione ponderale: un incremento viene considerato positivo; tale dato ha significato solo nell'apprezzamento del materiale sperimentato, ma non per giudicare la bontà del trattamento;
b) colore d'insieme: non si devono verificare apprezzabili variazioni;
c) assorbimento d'acqua per capillarità: deve essere ridotto sia il coefficiente di assorbimento che il valore massimo dell'acqua assorbita;
d) assorbimento d'acqua per immersione totale: la capacità di imbibizione deve essere ridotta;
e) assorbimento d'acqua sotto basse pressioni: l'imbibizione deve essere minima;
f) velocità di evaporazione dell'acqua assorbita: deve essere la più alta possibile o, quanto meno, la più vicina a quella del materiale non trattato;
g) distribuzione porosimetrica: la porosità aperta integrale deve essere ridotta; la percentuale dei pori piccoli (diametro < 1 mm) deve avere il minimo incremento;
h) permeabilità al vapor d'acqua: deve essere la più alta possibile o, quanto meno, la più vicina a quella del materiale non trattato;
i) profondità di penetrazione del consolidante: deve essere la massima possibile e con la massima omogeneità di diffusione;
l) carico di rottura a compressione: deve subire un incremento.
Protezione
Valgono le stesse indicazioni date per la valutazione del consolidante. La misura dell'angolo di contatto deve registrare l'incremento più alto possibile.
UNI 10921 *Beni culturali – Materiali lapidei naturali ed artificiali – Prodotti idrorepellenti – Applicazione su provini e determinazione in laboratorio delle loro caratteristiche.*
Interventi di manutenzione ordinaria
Gli interventi di manutenzione ordinaria devono seguire nel tempo quelli di manutenzione straordinaria. Essi hanno la finalità di prevenire o di fermare al primo apparire ogni nuova forma di degrado che può verificarsi anche nel caso di interventi eseguiti in modo assolutamente corretto, soprattutto quando non sia stato possibile rimuovere le cause che provocano determinati danni (ad es.: l'influenza dei fattori climatici). Gli interventi di manutenzione ordinaria comportano controlli ed opere di breve periodo, devono avere una periodicità definita (ad es.: annuale o biennale) e devono essere affidati a personale specializzato (come nel caso degli interventi straordinari). In linea di massima, la manutenzione ordinaria prevede:
a) controllo della funzionalità dei sistemi di convoglia mento delle acque e dell'efficienza delle coperture e degli eventuali impianti tecnici capaci di influire sulla conservazione del monumento;
b) controllo ravvicinato e registrazione dello stato delle superfici, relativamente alla presenza di: depositi di polveri, guano, ecc.; formazioni di efflorescenze e loro natura; contenuti anomali di umidità nei materiali (valutati mediante misure non distruttive); soluzioni di continuità, fratture, fessure, ecc.; alterazioni da microrganismi e piante infestanti;
c) eventuale esecuzione di: interventi di pulitura (spolverature, lavaggi con acqua nebulizzata); riparazioni di fratture, lesioni e simili, mediante stuccature con materiali definiti nel disciplinare; esecuzione di opere di protezione mediante applicazione di protettivi superficiali o coperture stagionali; esecuzione di disinfezioni e disinfestazioni.

- Indagini sulle caratteristiche dei terreni e delle fondazioni

1) Terreni
Prelievo dei campioni – Al fine di eseguire le prove di laboratorio sui campioni estratti l'appaltatore dovrà mantenere invariate le proprietà fisico meccaniche dei terreno; a questo scopo dovrà prelevare, ricorrendo ad appositi utensili di campionamento, dei campioni indisturbati. Per terreni coerenti a grana fine e a bassa o media consistenza dovrà utilizzare strumenti a pareti sottili, a pistone e a postone idraulica. Per terreni coesivi ad elevata consistenza, non essendo possibile l'infissione dei campionatori a pressione, verranno usati strumenti a rotazione a doppia parete. I campioni prelevati dovranno essere trattati con cura proteggendoli da eventuali danneggiamenti, dall'irraggiamento solare, da fonti di calore, gelo, e da vibrazioni. Per la determinazione delle caratteristiche fisiche possono essere utilizzati anche campioni rimaneggiati prelevati da sondaggi o scavi.
Classificazione dei terreni – Le analisi dovranno essere effettuate presso laboratori accreditati sui campioni al fine di determinare gli indici che consentono di identificare e classificare i terreni. Le modalità saranno le seguenti:
– esecuzione del sondaggio nel terreno mediante apposita strumentazione
– prelievo e collocazione del campione in una apposita cassetta di catalogazione
– trasporto in laboratorio ed esecuzione delle analisi per determinare: la granulometria; le dimensioni dei granuli e le percentuali di peso delle frazioni di rocce sciolte mediante la vagliatura o la decantazione; il contenuto di umidità; il contenuto naturale di acqua definito dal rapporto tra il peso dell'acqua e il peso del materiale sciolto ed essiccato; la porosità e l'indice dei vuoti; il peso specifico assoluto e apparente; in assenza di porosità il primo, in relazione all'unità di volume allo stato naturale il secondo; i limiti di consistenza o le percentuali di acqua in relazione ai vari stati di consistenza, limite liquido, plastico e di ritiro; gli indici di plasticità e di consistenza.

Conoscenza delle caratteristiche meccaniche – I cedimenti sono, come noto, una delle principali cause di dissesto imputabili al terreno fondale, la determinazione del rapporto tra i carichi applicati e le deformazioni è quindi di notevole importanza ai fini della valutazione della sicurezza statica. La sua conoscenza consente di valutare il cedimento

conseguente ad un carico gravante sul terreno e di fissare quello massimo a m miscibile in funzione del cedimento limite consentito. L'appaltatore dovrà, quindi, eseguire le prove meccaniche al fine di risolvere problemi di ordine geotecnico. La definizione delle proprietà meccaniche dei terreni sarà necessaria per una corretta valutazione del comportamento dei terreni sottoposti al sovraccarico derivale da una costruzione o per il calcolo di eventuali cedimenti. Per l'esecuzione delle analisi di tipo meccanico in laboratorio sarà fondamentale eseguire il prelievo indisturbato del campione, da eseguire mediante doppio carotiere. Le modalità saranno le seguenti.

- Esecuzione di sondaggio nel terreno, prelievo di campione indisturbato, sua collocazione in apposita cassetta di catalogazione e trasporto in laboratorio.
- Esecuzione di una serie di analisi per determinare: la compressibilità; la capacità di un terreno di subire riduzioni di volume a seguito di sollecitazioni di sforzo normale; prova edometrica; la resistenza al taglio; deformazione dovuta al mutuo avvicinamento e scorrimento delle particelle solide; prove di taglio dirette e prove triassiali.
- Rilevamento di alcuni parametri fondamentali: prova edometrica; modulo di compressibilità edometrica, indice di compressibilità, coefficiente di consolidazione e di permeabilità; prove di taglio dirette e triassiali; coesione e angolo di attrito interno, limite alla rottura per scorrimento.

Analisi stratigrafica – L'analisi dovrà consentire la conoscenza dei terreni sottostanti la fondazione dell'edificio, la loro successione litologica, i singoli spessori ed alcune delle loro caratteristiche principali. L'appaltatore eseguirà l'indagine utilizzando esclusivamente sonde rotative che evitino il più possibile vibrazioni negative e dannose ai fini della stabilità della costruzione. Mediante la ricostruzione del profilo stratigrafico del terreno fondale dovrà essere possibile determinare l'ottimizzazione dell'interazione tra il terreno e la struttura. Questa analisi esaminata non dovrà essere eseguita nel caso in cui ci si trovi in presenza di terreni coesivi, incoerenti e granulari in quanto difficilmente si riuscirà a prelevare un campione significativo, sarà quindi più opportuno ricorrere ad un altro tipo d'indagine. Le modalità saranno le seguenti:

- Esecuzione delle perforazioni ad andamento verticale e con diametri compresi tra i 75 e i 150 mm, mediante doppio carotiere ad esclusiva rotazione, munito di corona diamantata;
- Prelievo indisturbato in profondità del campione di terreno da esaminare che verrà ordinato in opportune cassette di catalogazione;
- Invio dei campione di terreno presso laboratori certificati al fine di determinare la sezione stratigrafica e le caratteristiche meccaniche.

Indagini piezometriche – I piezometri consentono il rilievo della quota piezometrica delle falde acquifere, la sua escursione nel tempo, e la distribuzione della pressione interstiziale nel terreno. I piezometri da utilizzare potranno essere del tipo a tubo aperto, da utilizzare prevalentemente in terreni permeabili, oppure piezometri speciali, idraulici, pneumatici, elettrici o multipli.

Il piezometro a cella verrà utilizzato in terreni a media ed alta permeabilità al fine di controllare l'andamento della pressione idrica in un determinato strato del terreno. Quello a tubo microfessurato verrà utilizzato preferibilmente su terreni granulari e sabbiosi, ad elevata permeabilità, per il controllo delle variazioni dei livelli della falda. Questi strumenti presentano il vantaggio di essere facilmente automatizzabili nelle operazioni di rilevamento dei dati, sono facilmente installabili, affidabili e di facile manutenzione. L'unico svantaggio consiste nei tempi lunghi; sono adatti esclusivamente alla misura dei livelli di falda. Le modalità saranno le seguenti:

- esecuzione della perforazione ad andamento verticale nel terreno fino ad intercettare la falda acquifera
- inserimento nel cavo del tubo a cella (costituito da un elemento filtrante di differente granulometria e porosità) o del tubo microfessurato (tubo costituito da un tratto che presenta minuscole fessure)
- collegamento dei tubi alla superficie mediante un dotto di accesso
- esecuzione della misura del livello per mezzo di un idoneo scandaglio elettrico dotato di cavo centimetrato e ripetizione della lettura ad intervalli di circa un mese.

Le letture possono essere richieste del tipo automatizzato; in questo caso si dovrà inserire permanentemente all'interno della tubazione di accesso un trasduttore di livello collegato ad un sistema automatico di acquisizione.

Prove penetrometriche – L'impossibilità di prelevare, dai depositi sabbiosi di terreni incoerenti e granulari, campioni indisturbati e di buona qualità ha indirizzato gli operatori verso l'uso di correlazioni in grado di associare la densità relativa ai risultati conseguiti dallo svolgimento di specifiche prove in situ. Attraverso l'esecuzione di prove penetrometriche si dovrà risalire alla resistenza del terreno esaminato, in maniera continua o per tutta la lunghezza della prospezione. La prova consisterà nell'infissione fino a rifiuto (statica o dinamica) di un'apposita asta puntata. Le prove penetrometriche statiche potranno essere eseguite su tutti i tipi di terreno compresi fra argille e sabbia grossa. Durante l'esecuzione delle prove penetrometriche dinamiche occorrerà battere anche il tubo di rivestimento al fine di evitare l'insorgere di fenomeni di attrito. Sarà preferibile ricorrere alla prova penetrometrica statica (attraverso cui si misurerà la resistenza alla punta e l'attrito laterale) rispetto a quella dinamica in quanto i risultati da essa forniti non sono influenzati in maniera apprezzabile dalle modalità di esecuzione o dalla perizia degli operatori. La prova penetrometrica statica risulterà più economica e di più rapida esecuzione rispetto a quella dinamica. Le modalità saranno le seguenti:

- esecuzione di un sondaggio di diametro esterno pari a circa 4-5 cm;
- posizionamento del penetrometro ed infissine della punta dell'asta: per le prove penetrometriche dinamiche si eseguirà la ripetuta battitura della punta conica con un maglio di peso noto lasciandolo cadere da un'altezza di circa 50-70 cm; per le prove penetrometriche statiche si eseguirà l'infissione ad una velocità costante utilizzando un dispositivo di spinta costituito da due pistoni idraulici;
- lettura del valore dello sforzo di infissione: per le prove dinamiche si effettuerà la misurazione del numero di colpi necessari per infiggere la punta dello strumento per circa 40 cm; per le prove statiche, in relazione al tipo di

dispositivo di misura, si potranno utilizzare penetrometri elettrici o meccanici. La penetrazione della batteria di aste dovrà avvenire ad una velocità costante (circa 2 cm /sec.), indipendentemente dalla resistenza incontrata.

Prove dilatometriche – La prova dilatometrica consisterà nell'applicazione di un carico radiale ed uniforme contro la parete di un foro precedentemente eseguito in profondità mediante l'uso di una sonda a rotazione. La sonda, attraverso cui verrà immessa la pressione, sarà costituita da un'anima in acciaio rivestito esternamente con una guaina di gomma armata. Il diametro del dilatometro sarà compreso tra 7,5 e 20 cm mentre la sua lunghezza potrà variare tra i 60 e i 100 cm. L'indagine verrà effettuata ad elevate profondità (circa 100 m) applicando il carico uniformemente sulla superficie del perforo lungo un tratto di limitata lunghezza.

Ogni misura interesserà una porzione di roccia di modesto sviluppo in altezza ed esprimerà un valore locale limitato alla zona esaminata. Si dovrà ovviare a questo inconveniente ripetendo diverse prove a differenti profondità. Il dilatometro potrà essere utilizzato, se richiesto, anche per determinare le caratteristiche di deformabilità delle strutture fondali, eseguendo sondaggi inclinati sulle stesse strutture di fondazioni. Le modalità saranno le seguenti:

– realizzazione di un sondaggio a sola rotazione mediante l'uso di un carotiere munito di corona diamantata assicurandosi che le pareti risultino lisce e regolari al fine di facilitare la corretta misura delle deformazioni;
– inserimento della sonda dilatometrica all'interno del foro predisposto;
– pompaggio dall'esterno di gas o di liquido in pressione;
– misurazione delle deformazioni mediante l'uso di trasduttori di spostamento, installati nella parte centrale ed atti a trasmettere all'esterno le variazioni diametrali relative ai vari carichi applicati, secondo diverse direzioni;
– definizione del modulo elastico (E) relazionato con le deformazioni diametrali (D) rilevate attraverso una specifica formula per il calcolo dell'elasticità.

Prove scissometriche – Questa prova consente la misurazione della resistenza al taglio di terreni coesivi mediante l'infissione, nel fondo di una perforazione, di una paletta cruciforme e sottoponendo quest'ultima ad uno sforzo di torsione in grado di tagliare la zona del terreno esaminata. Lo svolgimento della prova richiederà tempi brevi senza dovere effettuare alcun tipo di drenaggio. L'uso di questa metodologia di prova è consigliabile su terreni coesivi saturi e non fessurati (da soffici a compatti) e comunque in tutti i casi in cui non sia possibile effettuare il prelievo di campioni indisturbati di terreno per eseguire successive prove in laboratorio. Le modalità saranno le seguenti:

– realizzazione nel terreno di una perforazione verticale;
– introduzione all'interno del foro della paletta munita in testa di quattro alette rettangolari disposte a croce, con le relative aste di prolunga e supporti distanziatori; successiva infissione sul fondo del foro di sondaggio;
– applicazione di uno sforzo di torsione tale da fare ruotare la paletta intorno al proprio asse di simmetria verticale;
– rilevamento del valore massimo della tensione mediante un misuratore di coppia ad elevata precisione.

Indagini soniche e sismiche – Queste indagini vengono utilizzate per la determinazione delle caratteristiche meccaniche del terreno e per la sua analisi dinamica ai fini dello studio delle interazioni esistenti fra il suolo e la struttura. Le metodologie in uso sono di due tipi, il metodo Cross-hole e quello Down-hole. Mediante il primo metodo è possibile analizzare terreni, rocce, pali e strutture di fondazione; il sistema consiste nel misurare il tempo impiegato dalle onde sonore o sismiche nell'attraversare una certa massa lungo una traiettoria orizzontale.

Le prove di Down-hole, invece, prevedono l'inserimento nel foro d'ispezione di una sonda ricevente; la trasmissione delle onde avviene direttamente da una sorgente superficiale esterna. Questa tecnica permette di mettere in relazione la durata del percorso dell'impulso con le proprietà fisiche e meccaniche dell'oggetto indagato. Le misure della velocità delle onde sismiche consentono di determinare in sito le costanti elastiche, il modulo di Young ed il modulo di elasticità al taglio.

In genere le prove Cross-hole e Down-hole faranno parte di un programma diagnostico più vasto; verranno preferibilemente eseguite associandole ad altre prove che richiedono in ogni caso la perforazione del terreno. Il metodo Down-hole offrirà il vantaggio di richiedere l'esecuzione di una sola perforazione, mentre la profondità di indagine sarà limitata dal fatto che le onde generate dalla sorgente superficiale subiscono una graduale e crescente attenuazione quando il ricevitore viene posizionato in profondità. Il metodo Cross-hole presenta l'inconveniente della necessità di eseguire due o più perforazioni, ma fornisce profili e moduli elastici di elevata precisione anche a grandi profondità, in quanto la distanza tra emettitore e ricevitore rimane costante. Le modalità saranno le seguenti:

– realizzazione delle perforazioni prescritte con andamento verticale all'interno del terreno o della struttura da esaminare;
– inserimento all'interno delle perforazioni per il sistema Cross-hole delle sonde (trasmittente e ricevente) collegandole a loro volta ad uno strumento che alimenta quella trasmittente e che visualizza il tempo impegnato dall'impulso per raggiungere la ricevente; per il sistema Down-hole inserimento in profondità del ricevitore e successivo posizionamento della sorgente trasmittente;
– misurazione del tempo impiegato dall'onda sonica o sismica per coprire la distanza tra la sorgente e il ricevitore, che rapportato alla stessa distanza fornirà la velocità delle onde.

2) Palificazioni – Dovranno essere valutate le eventuali variazioni delle caratteristiche del terreno e le conseguenze che l'esecuzione della palificata può avere provocato sulle strutture.

Le indagini potranno essere dirette anche ad accertare l'idoneità del tipo di palo in relazione alle caratteristiche dei terreni e delle acque del sottosuolo. Con le indagini si debbono accertare le caratteristiche del terreno di fondazione fino alle profondità interessate da significative variazioni tensionali. La determinazione del carico limite del complesso palo-terreno deve essere effettuata con uno o più dei seguenti procedimenti:

– metodi analitici per la valutazione della resistenza alla base e lungo il fusto
– correlazioni basate sui risultati di prove in sito
– sperimentazione diretta su dei pali di prova.

La valutazione del carico assiale sul palo singolo dovrà essere effettuata prescindendo dal contributo delle strutture di collegamento direttamente appoggiate sul terreno.
La sperimentazione diretta con prove di carico su pali singoli o gruppi di pali, dovrà essere in ogni caso eseguita quando, per le caratteristiche dei terreni, i risultati delle indagini non consentono di esprimere giudizi affidabili sul comportamento del palo.
Il carico ammissibile della palificata dovrà essere determinato tenendo conto del carico ammissibile del singolo palo, dell'influenza della configurazione geometrica della palificata, della tipologia costruttiva di palo, della costituzione del sottosuolo e del tipo di struttura di collegamento orizzontale delle teste dei pali. Il carico ammissibile della palificata deve essere stabilito anche in relazione al valore dei cedimenti assoluti e differenziali compatibili con la sicurezza e la funzionalità dell'opera e di quelle adiacenti.
Le prove per la determinazione del carico limite del palo dovranno essere spinte fino a valori del carico assiale tali da portare a rottura il complesso palo-terreno o comunque tali da essere adeguatamente superiori al massimo carico di esercizio e comunque tali da consentire di ricavare significativi diagrammi dei cedimenti della testa del palo in funzione dei carichi e dei tempi. Le prove di carico dei pali di diametro inferiore a 80 cm devono essere spinte ad almeno 1,5 volte il previsto carico assiale massimo di esercizio.
Le prove di carico orizzontale dovranno essere eseguite al fine di valutare l'entità degli spostamenti orizzontali e delle rotazioni della testa del palo, degli spostamenti orizzontali in profondità sotto l'azione dei carichi orizzontali di esercizio e dei parametri geotecnici assunti per il calcolo del palo.
Controlli non distruttivi sui pali di fondazione – La direzione dei lavori potrà richiedere all'appaltatore oltre all'esecuzione di prove di tipo distruttivo (prove di carico verticale od orizzontale, prove di resistenza dei calcestruzzi e sugli acciai impiegati previsti dalle vigenti norme) anche l'esecuzione di controlli non distruttivi di tipo dinamico sui pali di fondazione in modo da individuare gli eventuali difetti, controllarne la continuità e la lunghezza:
– prove a basse deformazioni (prova di ammettenza meccanica verticale, prova di eco sonico o della risposta impulsiva, ecc.) quando vengono analizzate in termini di propagazione dell'onda d'urto in un mezzo monodimensionale elastico-lineare;
– prove ad alte deformazioni, quando vengono analizzate in termini di propagazione dell'onda d'urto in un mezzo monodimensionale con vincoli elasto-visco-plastici.

Altre prove non distruttive potranno essere del tipo ultrasonico come il carotaggio sonico, il Cross-hole di cui al punto precedente.

CAPO IV

MODALITÀ DI ESECUZIONE DEI LAVORI

- Demolizioni e rimozioni

Le demolizioni relative ad opere di sottofondazione o all'eliminazione di stati critici di crollo o alla rimozione di materiale pregiato da ricollocare "in situ", dovranno essere effettuate con ogni cautela al fine di tutelare i manufatti di notevole valore storico. L'appaltatore dovrà prevedere altresì al preventivo rilevamento e posizionamento di quei segnali necessari alla fedele ricollocazione dei manufatti. La zona dei lavori sarà opportunamente delimitata, i passaggi saranno ben individuati ed idoneamente protetti; analoghe protezioni saranno adottate per tutte le zone (interne ed esterne al cantiere) che possano comunque essere interessate alla caduta di materiali.
Prima dell'inizio di lavori di demolizione è fatto obbligo di procedere alla verifica delle condizioni di conservazione e di stabilità delle strutture da demolire e dell'eventuale influenza statica su strutture limitrofe. Le strutture eventualmente pericolanti dovranno essere puntellate; tutti i vani di balconi, finestre, scale, ballatoi, ecc., dopo la demolizione di infissi e parapetti, dovranno essere sbarrati. Particolare attenzione si dovrà porre in modo da evitare che si creino zone di instabilità strutturale.
I materiali demoliti dovranno essere immediatamente allontanati, guidati mediante apposite canalizzazioni o trasporti in basso con idonee apparecchiature dopo essere stati bagnati onde evitare il sollevamento di polvere. Risulterà in ogni caso assolutamente vietato il getto dall'alto di qualsiasi materiale. Tutti gli sfabbricidi provenienti dalle demolizioni, ove non diversamente specificato, resteranno di proprietà dell'amministrazione appaltante.
Competerà, quindi, all'appaltatore l'onere della loro selezione, pulizia, trasporto e immagazzinaggio nei depositi dell'amministrazione o dell'accatastamento, nelle aree stabilite dalla D.L., dei materiali riutilizzabili e del trasporto a discarica di quelli di scarto.
Dovranno essere, altresì osservate, in fase esecutiva, le norme riportate nel D.P.R. 07.01.1956, n. 164 (norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro nelle costruzioni) e nel D.M. 02.09.1968. Sarà tassativamente vietato il lavoro degli operai sulle strutture da demolire.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO, COLLAUDO
Il direttore dei lavori provvederà a verificare le quote dei piani di demolizione rispetto al piano di ricostruzione, e le quote orizzontali rispetto ai picchetti predisposti per le demolizioni.
La direzione dei lavori potrà richiedere, a cura e spese dell'appaltatore, un controllo al fine di accertare se i lavori siano stati eseguiti senza arrecare danno alcuno alle strutture adiacenti. A tal fine potrà eseguire approfondite indagini strutturali o potrà richiedere, nei casi più delicati, il concomitante monitoraggio delle strutture adiacenti.

- Demolizioni di volte, di solai e di coperture

Per le opere di demolizione di solai, volte e coperture, l'appaltatore sarà obbligato ad attenersi oltre che alle norme riportate dall'art. "Demolizioni e rimozioni" del presente capitolato, anche, alle seguenti disposizioni.
Coperture – Operata, con ogni cautela, la dismissione del manto di copertura, delle canne fumarie e dei comignoli, l'appaltatore potrà rimuovere la piccola, la media e la grossa orditura o comunque la struttura sia essa di legno, sia di ferro o di cemento armato.
In presenza di cornicioni o di gronde a sbalzo, dovrà assicurarsi che questi siano ancorati all'ultimo solaio o, viceversa, trattenuti dal peso della copertura; in quest'ultimo caso, prima di rimuovere la grossa orditura, dovrà puntellare i cornicioni.
La demolizione della copertura, dovrà essere effettuata intervenendo dall'interno; in caso contrario gli addetti dovranno lavorare solo sulla struttura principale e mai su quella secondaria, impiegando tavole di ripartizione. Quando la quota del piano di lavoro rispetto al piano sottostante supererà i 2 m, l'appaltatore avrà l'obbligo di predisporre un'impalcatura; se la presenza di un piano sottostante non portante o inagibile non dovesse consentirne la costruzione, dovrà fornire agli addetti ai lavori delle regolamentari cinture di sicurezza complete di bretelle e funi per la trattenuta.
Solai piani – Demoliti e rimossi i pavimenti ed i sottofondi, i tavellonati e le voltine, l'appaltatore, nel caso che non si dovessero dismettere i travetti, provvederà a fare predisporre degli idonei tavolati di sostegno per gli operai. I travetti dovranno essere sfilati dalle sedi originarie evitando di fare leva sulle murature mediante il puntellamento, la sospensione ed il taglio dei travetti.
Le solette monolitiche in cemento armato prive di una visibile orditura principale, dovranno essere puntellate allo scopo di accertare la disposizione dei ferri di armatura. L'appaltatore dovrà, altresì, evitare la caduta sui piani sottostanti dei materiali rimossi e l'eccessivo accumulo degli stessi sui solai.
Solai a volta – I sistemi per la demolizione delle volte si diversificheranno in relazione alle tecniche impiegate per la loro costruzione, alla natura del dissesto ed alle condizioni del contorno. L'appaltatore dovrà sempre realizzare i puntellamenti e le sbatacchiature che la D.L. riterrà più adatti ad assicurare la stabilità dei manufatti adiacenti, anche, per controbilanciare l'assenza della spinta esercitata dalla volta da demolire. La demolizione delle volte di mattoni in foglio a crociere o a vela dovrà essere iniziata dal centro (chiave) e seguire un andamento a spirale. La demolizione delle volte a botte o ad arco ribassato verrà eseguita per sezioni frontali procedendo dalla chiave verso le imposte.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO, COLLAUDO
Il direttore dei lavori provvederà a verificare le quote dei piani di demolizione rispetto al piano di ricostruzione, e le quote orizzontali rispetto ai picchetti predisposti per le demolizioni.
La direzione dei lavori potrà richiedere, a cura e spese dell'appaltatore, un controllo al fine di accertare se i lavori siano stati eseguiti senza arrecare danno alcuno alle strutture adiacenti. A tal fine potrà eseguire approfondite indagini strutturali o potrà richiedere, nei casi più delicati, il concomitante monitoraggio delle strutture adiacenti.

- *Scavi - Generalità*

Gli scavi in genere per qualsiasi lavoro a mano o con mezzi meccanici dovranno essere eseguiti secondo i disegni di progetto e le particolari prescrizioni che saranno date all'atto esecutivo dalla direzione dei lavori. Nella esecuzione degli scavi in genere l'appaltatore dovrà procedere in modo da impedire scoscendimenti e franamenti, restando esso, oltre che totalmente responsabile di eventuali danni alle persone ed alle opere, altresì obbligato a provvedere a suo carico e spese alla rimozione delle materie franate. L'appaltatore dovrà inoltre provvedere a sue spese affinché le acque scorrenti alla superficie del terreno siano deviate in modo che non abbiano a riversarsi nei cavi. Le materie provenienti dagli scavi in genere, ove non siano utilizzabili, o non ritenute adatte, a giudizio insindacabile della direzione, ad altro impiego nei lavori, dovranno essere portate a rifiuto fuori della sede del cantiere, ai pubblici scarichi, ovvero su aree che l'appaltatore dovrà provvedere a sua cura e spese. Qualora le materie provenienti dagli scavi dovessero essere utilizzate per rinterri esse dovranno essere depositate in luogo adatto, accettato dalla direzione dei lavori, per essere poi riprese a tempo opportuno. In ogni caso le materie depositate non dovranno riuscire di danno ai lavori, alle proprietà pubbliche o private ed al libero deflusso delle acque scorrenti alla superficie. La direzione dei lavori potrà fare asportare, a spese dell'appaltatore, le materie depositate in contravvenzione alle precedenti disposizioni.
Ove si dovesse procedere all'interno di costruzioni o in adiacenza alle murature, gli scavi andranno eseguiti con gli strumenti e le cautele atte ad evitare l'insorgere di danni nelle strutture murarie adiacenti. Il ripristino delle strutture, qualora venissero lese a causa di una esecuzione maldestra degli scavi, sarà effettuata a totale carico dell'appaltatore.

- *Scavi di sbancamento*

Per scavi di sbancamento o sterri andanti s'intendono quelli occorrenti per lo spianamento o sistemazione del terreno su cui dovranno sorgere le costruzioni, per tagli di terrapieni, per la formazione di cortili, giardini, scantinati, piani di appoggio per platee di fondazione, vespai, rampe incassate o trincee stradali, ecc., e in generale quelli eseguiti a sezione aperta su vasta superficie ove sia possibile l'allontanamento delle materie di scavo evitandone il sollevamento, sia pure con la formazione di rampe provvisorie, ecc. Saranno pertanto considerati scavi di sbancamento anche quelli che si trovano al di sotto del piano di campagna, o del piano stradale di progetto (se inferiore al primo) quando gli scavi rivestano caratteri sopra accennati.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO
Il direttore dei lavori provvederà a verificare le quote dei piani di scavo rispetto al piano di campagna, e le quote orizzontali rispetto ai picchetti predisposti al piano di campagna in parti non interessati degli scavi.

- *Scavi di fondazione*

Per scavi di fondazione in generale si intendono quelli incassati ed a sezione ristretta necessari per dare luogo sia alla costruzione di muri o di pilastri di fondazione propriamente detti, sia alla realizzazione di opere di sottofondazione atte al consolidamento delle strutture fondali. In ogni caso saranno considerati come scavi di fondazione quelli atti per dare luogo alle fogne, condutture, fossi e cunette.
Qualunque sia la natura e la qualità del terreno, gli scavi per la fondazione dovranno essere spinti fino alla profondità che dalla direzione dei lavori verrà ordinata all'atto della loro esecuzione, tenendo del debito conto le istruzioni impartite dal Ministero dei Lavori Pubblici con la circolare 6 novembre 1967, n. 3797 del servizio tecnico centrale.
Le profondità, che si trovino indicate nei disegni di progetto, sono perciò di semplice avviso e l'amministrazione appaltante si riserva piena facoltà di variare nella misura che reputerà più conveniente, senza che ciò possa dare all'appaltatore motivo alcuno di fare eccezione o domande di speciali compensi, avendo egli soltanto diritto al pagamento del lavoro eseguito, coi prezzi contrattuali stabiliti per le varie profondità da raggiungere.
I piani di fondazione dovranno essere generalmente orizzontali, ma per quelle opere che cadono sopra falde inclinate, dovranno, a richiesta della direzione dei lavori, essere disposti a gradini ed anche con determinate contropendenze.
Compiute le opere in fondazione, lo scavo che si fosse dovuto fare più all'ingiro della medesima dovrà essere diligentemente riempito e costipato, a cura e spese dell'appaltatore, con le stesse materie scavate, sino al piano del terreno naturale primitivo.
Gli scavi per fondazione dovranno, quando occorre, essere solidamente puntellati e sbatacchiati con robuste armature, in modo da assicurare abbondantemente contro ogni pericolo gli operai, ed impedire ogni smottamento di materia durante l'esecuzione tanto degli scavi che delle murature. L'appaltatore è responsabile dei danni ai lavori, alle persone, alle proprietà pubbliche e private che potessero accadere per la mancanza o insufficienza di tali puntelli e sbatacchiature, alle quali egli deve provvedere di propria iniziativa, adottando anche tutte le precauzioni riconosciute necessarie, senza rifiutarsi per nessun pretesto di ottemperare alle precauzioni che al riguardo gli venissero impartite dalla direzione dei lavori.
Col procedere delle murature l'appaltatore potrà recuperare i legnami costituenti le armature, sempre che non si tratti di armature formanti parte integrante dell'opera, da restare quindi sul posto in proprietà dell'amministrazione: i legnami

però, che a giudizio della direzione dei lavori, non potessero essere tolti senza pericolo o danno del lavoro, dovranno, essere abbandonati negli scavi.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO
Il direttore dei lavori provvederà a verificare le quote dei piani di scavo rispetto al piano di campagna, e le quote orizzontali rispetto ai picchetti predisposti al piano di campagna in parti non interessati degli scavi. La direzione dei lavori potrà richiedere, a cura e spese dell'appaltatore, un controllo al fine di accertare se i lavori siano stati eseguiti senza arrecare danno alcuno alle strutture adiacenti. A tal fine potrà eseguire approfondite indagini strutturali o potrà richiedere, nei casi più delicati, il concomitante monitoraggio delle strutture adiacenti.

- Scavi di accertamento e di ricognizione

Gli scavi per l'accertamento e la ricognizione dei piani originari e, quindi, per l'eliminazione dei detriti e dei terreni vegetali di recente accumulo, verranno effettuati sotto la sorveglianza, con i tempi e le modalità indicate dal personale tecnico incaricato dalla D.L.
L'uso di mezzi meccanici sarà subordinato alla presenza o meno di reperti "in situ" e, quindi, ad una preventiva indagine. Qualora le materie provenienti dagli scavi dovessero essere utilizzate in tempo differito per riempimenti o rinterri, esse saranno depositate nell'ambito del cantiere e, in ogni caso, in luogo tale che non provochino danno o intralcio al traffico.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO
Il direttore dei lavori provvederà a verificare le quote dei piani di scavo rispetto al piano di campagna, e le quote orizzontali rispetto ai picchetti predisposti al piano di campagna in parti non interessati degli scavi. La direzione dei lavori potrà richiedere, a cura e spese dell'appaltatore, un controllo al fine di accertare se i lavori siano stati eseguiti senza arrecare danno alcuno alle strutture adiacenti. A tal fine potrà eseguire approfondite indagini strutturali o potrà richiedere, nei casi più delicati, il concomitante monitoraggio delle strutture adiacenti.

- Scavi archeologici

Gli scavi archeologici che dovranno comunque essere eseguiti a mano, si differenziano in base al tipo di terreno, alla giacitura delle strutture emergenti o sepolte, alle caratteristiche dei reperti, alla variabilità delle sezioni di scavo, ai diversi gradi di accuratezza della vagliatura delle terre e della cernita dei materiali, alla successiva pulizia, sistemazione e cartellinatura di quanto trovato in cassette e contenitori idonei. Sarà a totale carico dell'appaltatore l'assistenza all'eventuale preventiva quadrettatura dell'area di scavo, la pulizia dei cigli e dei testimoni, l'apposizione dei riferimenti topografici, la cartellinatura dei riferimenti stratigrafici.
Gli scavi si potranno effettuare solo dopo aver delimitato con precisione tutta l'area di cantiere ed avere ottenuto tutte le autorizzazioni degli organi competenti per tutela dei beni oggetto dello scavo e solo sotto la diretta sorveglianza del personale preposto. Gi scavi saranno eseguiti a mano, con la massima cura ed attenzione, da personale specializzato ed opportunamente attrezzato. Gli scavi andranno distinti in base al tipo di terreno alla tipologia e alla posizione delle strutture emergenti o sepolte, alla variabilità delle sezioni di scavo, alle caratteristiche dei manufatti e dei reperti. Si dovranno anche effettuare, se richiesto, lavorazioni con differente grado di accuratezza sia nella vagliatura delle terre che nella cernita e selezione dei materiali, nella pulitura, con successiva allocazione e cartellinatura dei reperti in appositi contenitori e/o cassette. Saranno a carico dell'appaltatore la preventiva quadrettatura dell'area di scavo, l'apposizione dei riferimenti topografici, la cartellinatura, il ricovero e la custodia dei materiali in locali appositamente attrezzati.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO
Il direttore dei lavori provvederà a verificare le quote dei piani di scavo rispetto al piano di campagna, e le quote orizzontali rispetto ai picchetti predisposti al piano di campagna in parti non interessate degli scavi.

- Scavi subacquei e prosciugamenti

Se dagli scavi in genere e dai cavi di fondazione, malgrado l'osservanza delle prescrizioni di cui all'art. "Scavi in genere", l'appaltatore, in caso di sorgive o filtrazioni, non potesse fare defluire l'acqua naturalmente, è in facoltà della direzione dei lavori di ordinare, secondo i casi, e quando lo riterrà opportuno, la esecuzione degli scavi subacquei, oppure il prosciugamento. Sono considerati come scavi subacquei soltanto quelli eseguiti in acqua a profondità maggiore di cm 20 sotto il livello costante, a cui si stabiliscono le acque sorgive nei cavi, sia naturalmente, sia dopo parziale prosciugamento ottenuto con macchine o con l'apertura di canali fugatori. Il volume di scavo eseguito in acqua, sino ad una profondità non maggiore di cm 20 dal suo livello costante, verrà perciò considerato come scavo in presenza d'acqua, ma non come scavo subacqueo.
Quando la direzione dei lavori ordinasse il mantenimento degli scavi in asciutto, sia durante l'escavazione, sia durante l'esecuzione delle murature o di altre opere di fondazione, gli esaurimenti relativi verranno eseguiti in economia, e l'appaltatore, se richiesto, avrà l'obbligo di fornire le macchine e gli operai necessari.
Per prosciugamenti pratici durante la esecuzione delle murature, l'appaltatore dovrà adottare tutti quegli accorgimenti atti ad evitare il dilavamento delle malte.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO
Il direttore dei lavori provvederà a verificare le quote dei piani di scavo rispetto al piano di campagna, e le quote orizzontali rispetto ai picchetti predisposti al piano di campagna in parti non interessati degli scavi.

- *Rilevati e rinterri*

Per la formazione dei rilevati e per qualunque opera di rinterro, ovvero per riempire i vuoti tra le pareti dei cavi e le murature, o da addossare alle murature, e fino alle quote prescritte dalla direzione dei lavori, si impiegheranno in generale, e salvo quanto segue, fino al loro totale esaurimento, tutte le materie provenienti dagli scavi di qualsiasi genere eseguiti sul lavoro, in quanto disponibili ed adatte, a giudizio della direzione dei lavori, per la formazione dei rilevati.
Quando venissero a mancare in tutto o in parte i materiali di cui sopra, si provvederanno le materie occorrenti prelevandole ovunque l'appaltatore crederà di sua convenienza, purché, i materiali siano riconosciuti idonei dalla direzione dei lavori.
Per rilevati e rinterri da addossare alle murature, si dovranno sempre impiegare materie sciolte o ghiaiose, restando vietato in modo assoluto l'impiego di quelle argillose e, in generale, di tutte quelle che l'assorbimento di acqua si rammolliscono o si gonfiano generando spinte.
Nella formazione dei suddetti rilevati, rinterri e riempimenti dovrà essere usata ogni diligenza perchè, la loro esecuzione proceda per strati orizzontali di uguale altezza, disponendo contemporaneamente le materie ben sminuzzate con la maggiore regolarità e precauzione, in modo da caricare uniformemente le murature su tutti i lati e da evitare le sfiancature che potrebbero derivare da un carico male distribuito.
Le materie trasportate in rilevato o rinterro con vagoni, automezzi o carretti non potranno essere scaricate direttamente contro le murature, ma dovranno depositarsi in vicinanza dell'opera per essere riprese poi e trasportate con carriole, barelle ed altro mezzo, purché, a mano, al momento della formazione dei suddetti rinterri. Per tali movimenti di materie dovrà sempre provvedersi alla pilonatura delle materie stesse, da farsi secondo le prescrizioni che verranno indicate dalla direzione. È vietato addossare terrapieni a murature di fresca costruzione.
Tutte le riparazioni o ricostruzioni che si rendessero necessarie per la mancata od imperfetta osservanza delle prescrizioni del presente articolo, saranno a completo carico dell'appaltatore.
È obbligo dell'appaltatore, escluso qualsiasi compenso, di dare ai rilevati durante la loro costruzione, quelle maggiori dimensioni richieste dall'assestamento delle terre, affinchè, all'epoca del collaudo i rilevati eseguiti abbiano dimensioni non inferiori a quelle ordinate.
L'appaltatore dovrà consegnare i rilevati con scarpate regolari e spianate, coni cigli bene allineati e profilati e compiendo a sue spese, durante l'esecuzione dei lavori e fino al collaudo, gli occorrenti ricarichi o tagli, la ripresa e la sistemazione delle scarpate e l'espurgo dei fossi. La superficie del terreno sulla quale dovranno elevarsi i terrapieni, sarà preventivamente scorticata, ove occorra, e, se inclinata, sarà tagliata a gradoni con leggera pendenza verso monte.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO
Il direttore dei lavori provvederà a verificare le quote dei piani di rinterro rispetto al piano di campagna, e le quote orizzontali rispetto ai picchetti predisposti per il rilevato o il rinterro.

- *Paratie e casseri*

Le paratie o casseri in legname occorrenti per le fondazioni debbono essere formati con pali, tavoloni o palancole infissi nel suolo, e con longarine o filaghe di collegamento in uno o più ordini, a distanza conveniente, della qualità e dimensione prescritte. I tavoloni devono essere battuti a perfetto contatto l'uno con l'altro; ogni palo o tavolone che si spezzi sotto la battitura, o che nella discesa devii dalla verticale, deve essere dall'appaltatore, a sue spese, estratto e sostituito o rimesso regolarmente se ancora utilizzabile. Le teste dei pali e dei tavoloni, preventivamente spianate, devono essere a cura e spese dell'appaltatore munite di adatte cerchiature in ferro, per evitare scheggiature e gli altri guasti che possono essere causati dai colpi di maglio.
Quando poi la direzione dei lavori lo giudichi necessario, le punte dei pali e dei tavoloni debbono essere munite di puntazze in ferro del modello e peso prescritti.
Le teste delle palancole debbono essere portate regolarmente a livello delle longarine, recidendone la parte sporgente, quando sia riconosciuta l'impossibilità di farle maggiormente penetrare nel suolo. Quando le condizioni del sottosuolo lo permettono, i tavoloni o le palancole, anziché, infissi, possono essere posti orizzontalmente sulla fronte dei pali verso lo scavo e debbono essere assicurati ai pali stessi con robusta ed abbondante chiodatura, in modo da formare una parete stagna e resistente.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO
Il direttore dei lavori provvederà a verificare le quote dei piani di posa delle paratie e dei casseri rispetto ai picchetti predisposti.

- *Ponteggi*

Generalità – Tutti i ponteggi, le sbatacchiature, le tamponature, le murature di rinforzo, i puntelli a sostegno ed a ritegno e le altre opere necessarie alla conservazione, anche provvisoria, del manufatto ed alla sicurezza ed incolumità degli addetti ai lavori, saranno eseguiti nel rispetto delle norme di sicurezza della buona tecnica costruttiva ed ubicati secondo quanto richiesto dalla D.L.
Ponteggi ed impalcature – Per i lavori da eseguire ad un'altezza superiore ai 2 metri dovranno essere adottate adeguate impalcature, ponteggi ed altre opere provvisionali atte ad eliminare i pericoli di caduta di persone o di cose secondo quanto disposto dal D.P.R. 07 gennaio 1956, n. 164 e conformemente al D.L. 19 settembre 1994, n. 626 ed al D.L. 14 agosto 1996, n. 494.

L’appaltatore avrà l’obbligo di affidare ad un responsabile di cantiere la sorveglianza dei lavori di montaggio e smontaggio ed il periodico controllo delle strutture dei ponteggi.
Per ponteggi superiori a m 20, di notevole complessità o fuori dagli schemi-tipo (come indicati nella autorizzazione) discende l’obbligo della stesura di una specifica verifica, di calcolo e della redazione del disegno esecutivo, redatti e firmati da un ingegnere o da un architetto abilitato all’esercizio della professione (art. 32 D.P.R. 164). Quando si è all’interno degli schemi-tipo la firma e le generalità possono essere quelle del responsabile di cantiere. In questo caso, oltre alla prima documentazione va tenuta in cantiere anche questa seconda documentazione.
Il calcolo dei ponteggi va redatto attenendosi alle istruzioni approvate nella autorizzazione ministeriale. Poiché nella valutazione delle ipotesi di carico la considerazione circa il sovraccarico dovuto a neve e a vento si fonda su schemi esemplificativi, anche nel caso di ponteggi inferiori a m 20 è necessario effettuare un apposito calcolo, qualora per l’esposizione e l’altitudine della località debbano ricorrere condizioni particolarmente severe di vento e neve (circ. gennaio 1969).
È consentito montare sul ponteggio tabelloni pubblicitari, graticciati, teloni, reti o altre schermature, solo a condizione che siano prese le necessarie cautele costruttive (aumento degli ancoraggi, diagonali), sulla base di un calcolo firmato, in relazione all’azione del vento presumibile per la zona dove il ponteggio è installato (circ. 149/85 e norme CNR-UNI 10012/67 p. 3-4).
Ad intervalli periodici o dopo violente perturbazioni atmosferiche il ponteggio va revisionato sotto il diretto controllo del responsabile di cantiere (art. 37 D.P.R. 164).
L’appaltatore, inoltre, dovrà fare rispettare le seguenti prescrizioni:

a) Ponteggi in legno:

- sopra i ponti di servizio e sulle impalcature sarà vietato il deposito di qualsiasi attrezzo o materiale con la sola eccezione per quelli di pronto utilizzo;
- i montanti, costituiti da elementi, accoppiati, dovranno essere fasciati con reggette metalliche (acciaio dolce) fissate con chiodi o con ganasce (traversine in legno).

Gli elementi dei montanti dovranno essere sfalsati di almeno un ml.

- l’altezza dei montanti dovrà superare di almeno ml 1,20 l’ultimo piano del ponte o il piano di gronda e la distanza fra i montanti non sarà superiore ai ml 3,60:
- l’intera struttura dovrà risultare perfettamente verticale o leggermente inclinata verso la costruzione, assicurata solidamente alla base dei montanti ed ancorata alla costruzione in corrispondenza di ogni due piani di ponte e di ogni due file di montanti;
- i correnti (elementi orizzontali di tenuta), collocati a distanza non superiore a due ml, dovranno poggiare su “gattelli” di legno ed essere fissati ai montanti mediante piattine di acciaio dolce e chiodi forgiati o apposite squadre in ferro (aggancia ponti);
- la distanza fra due traversi consecutivi (poggiati sui correnti e disposti perpendicolarmente alla muratura) non sarà superiore a ml 1,20;
- gli intavolati da utilizzare per piani di ponte, impalcati, passerelle ed andatoie dovranno essere costituite da elementi prefabbricati costituiti da materiali metallici o da legname sano, privo di nodi passanti o fessurazioni, aventi fibre con andamento parallelo al loro asse longitudinale e dimensioni adeguate al carico (non inferiore a 4 cm di spessore e 20 cm di larghezza).

Gli intavolati dovranno poggiare su almeno quattro traversi senza parti a sbalzo, essere posti a contatto con i montanti ed essere distaccati dalla costruzione non più di 20 cm.

- i parapetti saranno costituiti da una o più tavole il cui margine superiore sarà collocato nella parte interna dei montanti a non meno di metri 1 dal tavolato;
- le tavole fermapiede, da collocare in aderenza al piano di calpestio, avranno un’altezza di almeno 20 cm.

b) Ponteggi metallici:

- l’appaltatore impiegherà strutture metalliche munite dell’apposita autorizzazione ministeriale che avrà l’obbligo di tenere in cantiere.

Le strutture saranno realizzate secondo i disegni, i calcoli e le disposizioni previste dall’art. 14 del D.P.R. 07.01.56 n. 164;

- le aste del ponteggio dovranno essere costituite da profilati o da tubi privi di saldature e con superficie terminale ad angolo retto con l’asse dell’asta;
- l’estremità inferiore del montante dovrà essere sostenuta da una piastra di base metallica, a superficie piana, di area non minore a 18 volte l’area del poligono circoscritto alla sezione del montante stesso e di spessore tale da resistere senza deformazioni al carico.

La piastra dovrà avere un dispositivo di collegamento col montante atto a centrare il carico su di essa e tale da non produrre movimenti flettenti sul montante:

– i ponteggi dovranno essere controventati sia in senso longitudinale che trasversale, ogni controvento dovrà essere atto a resistere sia agli sforzi di trazione che di compressione;

– i giunti metallici dovranno avere caratteristiche di resistenza adeguata a quelle delle aste collegate e dovranno assicurare una notevole resistenza allo scorrimento;

– i montanti di una stessa fila dovranno essere posti ad una distanza non superiore a ml 1,80 da asse ad asse;

– per ogni piano di ponte dovranno essere utilizzati due correnti di cui uno può far parte del parapetto;

– gli intavolati lignei andranno realizzati come prescritto per i ponteggi in legno.

c) Ponteggi metallici autosollevanti

Per l'impiego di dette attrezzature, consistenti in uno o più telai di base sui quali insistono strutture verticali costituite da tronconi reticolari collegati solidamente aventi funzioni di sostegno e guida nei movimenti di salita e discesa, movimenti realizzati attraverso accoppiamenti pignone-cremagliera dell'impalcato costituente il piano di lavoro, è fatto obbligo ai fabbricanti, ai sensi dell'art. 30 del citato D.P.R., di munirsi di autorizzazione rilasciata in via esclusiva dal Ministero del Lavoro, previo esame delle relazioni tecniche allegate alla richiesta di autorizzazione. Conseguentemente, qualsiasi altra procedura di controllo, ancorché espletata da amministrazioni o istituti pubblici, deve ritenersi illegittima.
Questa attrezzatura viene generalmente impiegata per lavori di rifinitura, intonacatura e ristrutturazione di facciate di edifici e ambienti ordinari. Le caratteristiche costruttive, il funzionamento e l'impiego devono essere sottoposti sia all'omologazione per il rilascio di libretto e targhetta, che a successive verifiche periodiche. La normativa vigente assimila i ponteggi autosollevanti ai ponteggi metallici fissi, disciplinandoli con il capo V del D.P.R. 164, di conseguenza, per il loro utilizzo è necessaria l'autorizzazione ministeriale, da richiedere per ciascun tipo di ponteggio (art. 30 D.P.R. 164). L'autorizzazione ministeriale, corredata da istruzioni, schemi e disegni esecutivi, deve essere tenuta in cantiere a disposizione degli organi di vigilanza. (art. 34 D.P.R. 164 – Circolare del Ministero del Lavoro 39/80 del 15.5.1980 "Attrezzature di cui al capo V del D.P.R. 164/56" – Circolare del Ministero del Lavoro 97/87 del 1.9.1987 "Relazioni tecniche per i ponteggi a piani di lavoro autosollevanti. Istruzioni per la compilazione").
Sotto il profilo della sicurezza questo tipo di attrezzatura rientra nel normale insieme di controlli legati alla vigilanza antinfortunistica da parte dei tecnici degli organi preposti, USSL e Ispettorato del Lavoro. Le principali misure di sicurezza cui riferirsi per i ponteggi metallici autosollevanti fanno capo al D.P.R. 164 in riguardo alle circolari 39/80 e 97/87 e al D.P.R. 547, in riguardo, per la parte elettrica, alle Norme C.E.I.

d) Parapetti

A livello strutturale e dimensionale il parapetto, realizzabile in forme e modi diversi, è una protezione verso il vuoto che serve ad impedire la caduta dall'alto. In senso generale, per parapetto si intende una barriera verticale eretta lungo i bordi esposti di una apertura nel suolo o nelle pareti, di un ripiano o di una piattaforma, avente lo scopo di impedire la caduta di persone. Viene definito "normale" un parapetto che:

– sia costruito con materiale rigido e resistente in buono stato di conservazione
– abbia una altezza utile di almeno m 1
– sia costituito da almeno due correnti, di cui quello intermedio posto a circa metà distanza fra quello superiore ed inferiore
– sia costruito e fissato in modo da poter resistere, nell'insieme ed in ogni sua parte, tenuto conto delle condizioni ambientali e della sua specifica funzione (art. 26 D.P.R. 547).

Viene definito parapetto "normale con arresto al piede" quello dotato di fascia continua poggiante sul piano di calpestio ed alta almeno cm 20. Scopo di questa fascia è quello di impedire la caduta di oggetti nel piano sottostante, nonché di evitare le conseguenze derivanti dall'eventuale slittamento del piede delle persone che transitano nel tratto delimitato dal parapetto. Nei ponteggi i parapetti dovranno essere del tipo con arresto al piede e non deve rimanere mai uno spazio vuoto in senso verticale superiore a cm 60 tra il passamano e la tavola fermapiede. I correnti e la tavola fermapiede vanno sempre applicati dalla parte interna dei montanti o degli appoggi sia quando fanno parte dell'impalcato di un ponteggio che in qualunque altro caso. (art. 24 D.P.R. 164).
È considerata equivalente ad un parapetto qualsiasi altra protezione, quale muro, parete piena di altro materiale, ringhiera, lastra, grigliato, balaustrata e simili, capace di realizzare condizioni di sicurezza contro la caduta verso i lati aperti non inferiori a quelle richieste ed indicate.

e) Andatoie e passerelle

Servono per accedere ai luoghi più diversi del cantiere, per superare dislivelli o vuoti, per approdare a piani di lavoro posti a quote diverse. Come nel caso delle altre opere provvisionali, vanno dimensionate, realizzate e mantenute a regola d'arte.
La norma impone una larghezza non minore a cm 60 quando sono destinate solo al transito dei lavoratori; per passare a m 1.20 nel caso del trasporto materiali.
La pendenza non deve superare il 50% (altezza pari a non più della metà della lunghezza) anche se il rapporto del 25% è assai più raccomandabile ai fini della sicurezza. Se la lunghezza supera i m 6-8 debbono essere interrotte da pianerottoli di riposo. Per impedire scivolamenti sulle tavole che compongono il piano di calpestio, vanno fissati listelli trasversali a distanza di passo d'uomo carico, vale a dire cm 40 circa. Andatoie e passerelle vanno sempre munite verso il vuoto di parapetto normale con tavola fermapiede (art. 29 D.P.R. 164).

f) Ponti su cavalletti

Possono essere utilizzati esclusivamente per lavori da eseguire al suolo o all'interno degli edifici, soprattutto per opere di muratura, intonacatura e simili. Se di altezza inferiore a m 2 è consentito adoperarli senza parapetto. Per altezza si deve intendere quella di possibile caduta e non semplicemente quella del solo cavalletto. L'appaltatore, quindi, sarà tenuto a montare i parapetto anche nei ponti su cavalletti di altezza inferiore a m 2 installati però in prossimità di un dislivello che renda l'altezza della possibile caduta superiore a questa misura.
Sarà tassativamente proibito:

– installarli sugli impalcati del ponteggio;
– realizzare un ponte con più ponti su cavalletti sovrapposti;
– far sostenere il peso delle tavole che compongono il piano di lavoro da appoggi di fortuna, quali pile di mattoni, sacchi di materiale, scale a pioli.

L'appoggio dei cavalletti deve sempre essere garantito da un pavimento o piano solido, compatto e livellato. I piedi dei cavalletti, per conferire maggiore stabilità all'insieme, devono essere irrigiditi con tiranti e diagonali e con quando altro è necessario. Per livellare gli appoggi si deve ricorrere a spessori in legno e non a mattoni o a blocchi di cemento.

La massima distanza consentita fra due cavalletti con tavole da m 4 di cm 30 x 5 è di m 3,60. Per la maggiore sicurezza l'appaltatore dovrà utilizzare in ogni modo un terzo elemento di sostegno centrale; quest'ultimo sarà obbligatorio ove si utilizzino tavole con sezioni inferiori. Senza il terzo cavalletto, infatti, le tavole vengono sollecitate al limite della resistenza.

g) Ponti a sbalzo

Nei casi in cui particolari esigenze non permettano l'impiego di un normale ponteggio con montanti poggiati al suolo, l'appaltatore potrà ricorrere all'uso dei cosiddetti ponti a sbalzo solo a condizione che la loro costruzione risponda a rigorosi criteri tecnici, garantendone la solidità, la stabilità e la sicurezza (art. 25 D.P.R. 164).

Per quelli realizzati in legno l'appaltatore utilizzerà i seguenti criteri costruttivi:

– intavolato compatto con parapetto pieno;
– larghezza non maggiore di cm 1,20;
– traversi di sostegno efficacemente ancorati a parti sicure e stabili dell'edificio, poggianti su strutture resistenti e rigidamente collegati fra loro per impedire qualsivoglia spostamento.

Per le mensole metalliche utilizzerà gli stessi principi di assoluta sicurezza, a condizione che gli elementi fissi portanti risultino applicati alla costruzione con bulloni passanti, trattenuti dalla parte interna da dadi e controdadi su piastra o da una chiavella, oppure con altri dispositivi che offrano piena garanzia di resistenza (art. 26 D.P.R. 164).

Per realizzare questo tipo di ponteggio a sbalzo l'appaltatore dovrà elaborare una specifica relazione di calcolo. L'appaltatore dovrà impedire il transito o lo stazionamento sotto i ponti a sbalzo oppure dovrà proteggerlo con l'adozione di misure o di cautele adeguate come, ad esempio, una robusta mantovana aggettante verso l'esterno all'altezza del solaio di copertura del piano terreno (art. 5 D.P.R. 164)

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

Il direttore dei lavori provvederà a verificare la rispondenza alle vigenti normative, controllando le certificazioni (ove richieste) ed i calcoli, verificherà infine le quote dei piani di posa rispetto al piani previsti in progetto e le quote orizzontali rispetto ai picchetti predisposti. Per quanto concerne lo stato d'uso dei ponteggi, al fine di rilevare eventuali anomalie in grado di influire sulla stabilità complessiva del sistema o compromettere la sicurezza dei lavoratori si farà riferimento alla Circolare del Ministero del Lavoro n. 46/2000 dell' 11 luglio 2000 – Verifiche di sicurezza dei ponteggi metallici fissi di cui all'art. 30 del D.P.R. 7 gennaio 1956, n. 164. Nella circolare i controlli da eseguire vengono schematizzati in tabelle che riportano l'indicazione degli elementi da controllare, il tipo di verifica, le modalità di verifica, visivo e/o funzionale e infine i provvedimenti necessari a risolvere eventuali problemi riscontrati. Le tabelle della circolare si riferiscono ai "singoli elementi", a "ponteggi con traversi e montanti prefabbricati" e a "ponteggi metallici a tubi e giunti"; la parte finale della circolare fornisce brevi ma chiare indicazioni sulle verifiche da effettuare durante l'uso dei ponteggi metallici fissi.

- *Opere provvisionali*

Puntelli – Sono organi strutturali destinati al sostegno provvisionale totale o parziale delle masse murarie fatiscenti. Potranno essere costruiti in legname, ferro e in calcestruzzo di cemento armato, con travi unici o multipli allo scopo di assolvere funzioni di sostegno e di ritegno.

Per produrre un'azione di sostegno, l'appaltatore, secondo le prescrizioni di progetto, adotterà la disposizione ad asse verticale semplice o doppia, mentre per quella di ritegno affiderà l'appoggio dei due ritti ad un traverso analogo a quello superiore allo scopo di fruire, nel consolidamento provvisorio, del contributo del muro. Nell'azione di ritegno dovrà adottare, in base alla necessità del caso, la disposizione ad asse inclinato o a testa aderente oppure orizzontale o lievemente inclinata.

La scelta del tipo di puntellamento da adottare sarà fatta secondo quanto stabilito dagli elaborati di progetto o ordinato dalla D.L.

Se la massa presidiata per il degrado causato dal dissesto e per anomalie locali non sarà stimata capace di offrire efficace contrasto all'azione localizzata delle teste, dovranno essere adottate tutte le precauzioni ritenute opportune dalla D.L.

Al piede del puntello sarà necessario creare una sede ampia capace di abbassare quanto più possibile i carichi unitari sul terreno al fine di rendere trascurabili le deformazioni.

Nei puntelli di legname verrà, quindi, disposta una platea costituita sia da travi di base che da correnti longitudinali e trasversali. In quelli di cemento armato verrà adottato un plinto disposto sulla muratura.

Centine – Lo scopo dell'armatura a centina è duplice: attuare un solido sostegno per i materiali fino al compimento dell'opera e fornire l'esatta forma circolare che l'elemento in costruzione dovrà assumere. L'appaltatore, quindi, dovrà provvedere a costruire l'armatura per la realizzazione di un apparecchio murario curvo (arco, volta o cupola) provvedendo a realizzare sia una parte (centina) che, sufficientemente solida, resisterà al peso dei materiali durante l'esecuzione dell'opera, sia un'altra parte (manto o dossale) che, presentando una superficie identica a quella dell'intradosso della struttura in costruzione, sarà adatta a dare la forma più idonea allo specifico oggetto da realizzare.

In relazione alla natura dell'elemento in costruzione, alla sua forma, al sistema adottato per la centinatura, alla corda dell'arco o della volta, e conformemente a quanto richiesto dagli elaborati di progetto o stabilito dalla direzione dei lavori, l'appaltatore dovrà predisporre le armature conformemente ad uno o più dei seguenti sistemi:

d1 *centine fisse* – l'armatura verrà posizionata sopra dei punti di appoggio collocati nell'intervallo delle spalle o piedritti.

d2 *centine a sbalzo* – l'armatura verrà posizionata esclusivamente alle imposte sulla muratura dei piedritti; in questo caso le centine potranno essere rigide (quando esistono delle catene o dei tiranti orizzontali) o flessibili (in assenza di catene e di tiranti).
d3 *centine miste* – nelle quali l'armatura sarà sostenuta alle imposte ma presenterà anche la possibilità di avere altri sostegni da posizionare nell'intervallo fra i piedritti.
d4 *centine scorrevoli o girevoli* – l'armatura sarà costruita in maniera tale che essa potrà essere facilmente traslata lungo il corso della realizzazione di una volta o ruotata nel caso delle cupole.

L'appaltatore realizzerà le centine, conformemente alle prescrizioni del progetto ed alle indicazioni della D.L, progettando, calcolando ed utilizzando di volta in volta i materiali più idonei per lo specifico utilizzo (legname, metallo, muratura ecc.).
Tutte le riparazioni o le ricostruzioni che si dovessero rendere necessarie per la imperfetta o errata realizzazione delle centine, in seguito anche all'inosservanza delle prescrizioni del presente articolo, saranno a completo carico dell'appaltatore.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO
Il direttore dei lavori provvederà a verificare la rispondenza delle opere provvisionali alle vigenti normative, controllando le certificazioni (ove richieste) ed i calcoli, verificherà infine le quote dei piani di posa rispetto al piani previsti in progetto e le quote orizzontali rispetto ai picchetti predisposti.

- *Malte. Qualità e composizione*

Generalità – Le malte, per quanto possibile, devono essere confezionate con materiali analoghi a quelli utilizzati durante la costruzione dell'edificio oggetto del restauro. In ogni modo, la composizione delle malte, l'uso specifico di ognuna di esse nelle varie fasi dei lavori, l'eventuale integrazione con additivi, resine o con altri prodotti di sintesi chimica, ecc., saranno specificati dalla D.L. dietro autorizzazione degli organi preposti alla tutela dell'edificio in oggetto.
Nella preparazione delle malte si dovranno usare sabbie di granulometria e natura chimica appropriata. Saranno, in ogni caso, preferite le sabbie di tipo siliceo o calcareo, mentre andranno escluse quelle provenienti da rocce friabili o gessose; non dovranno contenere alcuna traccia di cloruri, solfati, materie argillose, terrose, limacciose e polverose. L'impasto delle malte, effettuato con appositi mezzi meccanici o, manualmente, dovrà risultare omogeneo e di tinta uniforme. I vari componenti, con l'esclusione di quelli forniti in sacchi di peso determinato, dovranno ad ogni impasto essere misurati preferibilmente sia a peso che a volume.
La calce spenta in pasta dovrà essere accuratamente rimescolata in modo che la sua misurazione, a mezzo di cassa parallelepipeda, riesca semplice e di sicura esattezza.
Gli impasti dovranno essere preparati nella quantità necessaria per l'impiego immediato e, per quanto possibile, in prossimità del lavoro. I residui d'impasto che non avessero per qualsiasi ragione immediato impiego, dovranno essere gettati a rifiuto, ad eccezione di quelli formati con calce comune che, il giorno stesso della loro miscelazione, potranno essere riutilizzati.
I componenti di tutti i tipi di malte dovranno essere mescolati a secco.
Le modalità per la determinazione della resistenza a compressione delle malte sono riportate nel decreto ministeriale 3 giugno 1968. I tipi di malta e le loro classi sono definite in rapporto alla composizione in volume nel seguente modo (D.M. 9 gennaio 1987):
– malta idraulica (classe M4) – Composizione: calce idraulica. (1); sabbia (3)
– malta pozzolanica (classe M4) – Composizione: calce aerea (1); pozzolana (1)
– malta bastarda (classe M4) – Composizione: cemento (1); calce idraulica. (1); sabbia (5)
– malta bastarda (classe M3) – Composizione: cemento (1); calce idraulica. (1); sabbia (5); pozzolana (1)
– malta cementizia (classe M2) – Composizione: cemento (1); calce idraulica. (0,5); sabbia (4)
– malta cementizia (classe M1) – Composizione: cemento (1); sabbia (3).

Alla malta cementizia si può aggiungere una piccola quantità di calce aerea con funzione plastificante. Malte di diverse proporzioni nella composizione confezionata anche con additivi, preventivamente sperimentata, possono essere ritenute equivalenti a quelle indicate qualora la loro resistenza media e compressione risulti non inferiore ai valori seguenti:
– 12 N/mmq (120 Hgf/cmq) per l'equivalenza alla malta M1
– 8 N/mmq (80 Hgf/cmq) per l'equivalenza alla malta M2
– 5 N/mmq (50 Hgf/cmq) per l'equivalenza alla malta M3
– 2,5 N/mmq (25 Hgf/cmq) per l'equivalenza alla malta M4.

Ove l'approvvigionamento delle malte dovesse essere effettuato ricorrendo a prodotti confezionati in sacchi o in fusti, questi oltre ad essere perfettamente sigillati dovranno avere la chiara indicazione relativa al produttore, al peso, alla classe di appartenenza, allo stabilimento di produzione, alla quantità d'acqua occorrente per il confezionamento, alle modalità di confezionamento e alle resistenze minime dopo i 28 giorni di stagionatura.

NORMATIVA DI RIFERIMENTO:
UNI 10924 *Beni culturali – Malte per elementi costruttivi e decorativi – Classificazione e terminologia.*

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO
L'appaltatore è obbligato a prestarsi, in qualsiasi momento, ad eseguire od a far eseguire presso il laboratorio di cantiere, presso gli stabilimenti di produzione o presso gli Istituti autorizzati, tutte le prove scritte dal presente capitolato speciale d'appalto o dalla direzione dei lavori, sui materiali impiegati o da impiegarsi, nonché sui manufatti realizzati in

opera e sulle forniture in generale. Il prelievo dei campioni, da eseguire secondo le norme regolamentari e conformemente a quanto prescritto dalle norme UNI vigenti, anche nel caso che le modalità di prova, controllo e collaudo non siano specificamente richiamate nel presente capitolato, verrà effettuato in contraddittorio con l'impresa sulla base della redazione del verbale di prelievo.

- Malte e conglomerati

I quantitativi dei diversi materiali da impiegare per la composizione delle malte e dei conglomerati, secondo le particolari indicazioni che potranno essere imposte dalla direzione dei lavori o stabilite nell'elenco prezzi, dovranno corrispondere le seguenti proporzioni:

a) Malta comune:
Calce spenta in pasta mc 0,26 – 0,40
Sabbia mc 0,85 – 1,00

b) Malta comune per intonaco rustico (rinzaffo):
Calce spenta in pasta mc 0,20 – 0,40
Sabbia mc 0,90 – 1,00

c) Malta comune per intonaco civile (stabilitura):
Calce spenta in pasta mc 0,35 – 0,45
Sabbia vagliata mc 0,800

d) Malta grassa di pozzolana:
Calce spenta in pasta mc 0,22
Pozzolana grezza mc 1,10

e) Malta mezzana di pozzolana:
Calce spenta in pasta mc 0,25
Pozzolana vagliata mc 1,10
0,80

f) Malta fina di pozzolana:
Calce spenta in pasta mc 0,28
Pozzolana vagliata mc 1,05

g) Malta idraulica:
Calce idraulica q.li 3-5
Sabbia mc 0,90

h) Malta bastarda:
Malta di cui alle lettere a), e), g) mc 1,00
Agglomerato cementizio a lenta presa q.li 1,50

i) Malta cementizia forte:
Cemento idraulico normale q.li 3-6
Sabbia mc 1,00

l) Malta cementizia debole:
Agglomerato ceme a lenta presa q.li 2,5-4
Sabbia mc 1,00

m) Malta cementizia per intonaci:
Agglomerato cementizio a lenta presa q.li 6,00
Sabbia mc 1,00

n) Malta fina per intonaci:
Malta di cui alle lettere c), f), g)
vagliata allo staccio fino

o) Malta per stucchi:
Calce spenta in pasta mc 0,45
Polvere di marmo mc 0,90

p) Calcestruzzo idraulico di pozzolana:
Calce comune mc 0,15
Pozzolana mc 0,4
Pietrisco o ghiaia mc 0,80

q) Calcestruzzo in malta idraulica:
Calce idraulica q.li 1,5-3
Sabbia mc 0,40
Pietrisco o ghiaia mc. 0,80

r) Conglomerato cementizio per muri, fondazioni, sottofondi, ecc.:
Cemento q.li 1,5-2,5
Sabbia mc 0,40
Pietrisco o ghiaia mc 0,80

s) Conglomerato cementizio per strutture sottili:
Cemento q.li 3-3,5
Sabbia mc 0,40
Pietrisco o ghiaia mc 0,80

Quando la direzione dei lavori ritenesse di variare tali proporzioni, l'appaltatore sarà obbligato ad uniformarsi alle prescrizioni della medesima, salvo le conseguenti variazioni di prezzo in base alle nuove proporzioni previste. I materiali, le malte ed i conglomerati, esclusi quelli forniti in sacchi di peso determinato, dovranno ad ogni impasto essere misurati con apposite casse della capacità prescritta dalla direzione, che l'appaltatore sarà in obbligo di provvedere e mantenere a sue spese costantemente su tutti i piazzali ove verrà effettuata la manipolazione.
La calce spenta in pasta non dovrà essere misurata in fette, come viene estratta con badile dal calcinaio, bensì dopo essere stata rimescolata e ricondotta ad una pasta omogenea consistente e ben unita.
L'impasto dei materiali dovrà essere fatto a braccia d'uomo, sopra aree convenientemente pavimentate, oppure a mezzo di macchine impastatrici o mescolatrici.
I materiali componenti le malte cementizie saranno prima mescolati a secco, fino ad ottenere un miscuglio di tinta uniforme, il quale verrà poi asperso ripetutamente con la minore quantità di acqua possibile, ma sufficiente, rimescolando continuamente.
Nella composizione di calcestruzzi con malte di calce comune od idraulica, si formerà prima l'impasto della malta con le proporzioni prescritte, impiegandola minore quantità di acqua possibile, poi si distribuirà la malta sulla ghiaia o pietrisco e si mescolerà il tutto fino a che ogni elemento sia per risultare uniformemente distribuito nella massa ed avviluppato di malta per tutta la superficie. Per i conglomerati cementizi semplici od armati gli impasti dovranno essere eseguiti in conformità alle prescrizioni contenute nella collegio 5.11.1971 n. 1086.
Gli impasti sia di malta che di conglomerato, dovranno essere preparati soltanto nella quantità necessaria, per l'impiego immediato, cioè dovranno essere preparati volta per volta e per quanto possibile in vicinanza del lavoro. I residui di

impasto che non avessero, per qualsiasi ragione, immediato impiego dovranno essere gettati a rifiuto, ad eccezione di quelli formati con calce comune, che potranno essere utilizzati però nella sola stessa giornata del loro confezionamento.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

L'appaltatore è obbligato a prestarsi, in qualsiasi momento, ad eseguire od a far eseguire presso il laboratorio di cantiere, presso gli stabilimenti di produzione o presso gli istituti autorizzati, tutte le prove scritte dal presente capitolato speciale d'appalto o dalla direzione dei lavori, sui materiali impiegati o da impiegarsi, nonché sui manufatti realizzati in opera e sulle forniture in generale. Il prelievo dei campioni, da eseguire secondo le norme regolamentari e conformemente a quanto prescritto dalle norme UNI vigenti, anche nel caso che le modalità di prova, controllo e collaudo non siano specificamente richiamate nel presente capitolato, verrà effettuato in contraddittorio con l'impresa sulla base della redazione del verbale di prelievo.

- *Malte additivate*

Per tali s'intendono quelle malte alle quali vengono aggiunti, in piccole quantità, degli agenti chimici che hanno la proprietà di migliorare le caratteristiche meccaniche. L'impiego degli additivi di cui all'art. 40 del presente capitolato dovrà essere autorizzato dalla D.L. in relazione alle necessità ed alle esigenze della messa in opera, della stagionatura, della curabilità, ecc. Dovranno essere conformi alle norme UNI relative alla loro classe di appartenenza. Per speciali esigenze di impermeabilità del calcestruzzo, o per la messa in opera in ambienti particolarmente aggressivi, potrà essere ordinato dalla D.L. l'impiego di additivi reoplastici.

Malte additivate con agenti antiritiro e riduttori d'acqua – Trattasi di malte additavate con agenti chimici capaci di ridurre il quantitativo d'acqua normalmente occorrente per il confezionamento di un impasto facilmente lavorabile, la cui minore disidratazione ed il conseguente ritiro, permettono di evitare le pericolose screpolature che, spesso, favoriscono l'assorbimento degli agenti inquinanti. I riduttori d'acqua che generalmente sono dei polimeri in dispersione acquosa composti da finissime particelle altamente stabili agli alcali modificate mediante l'azione di specifiche sostanze stabilizzatrici (sostanze tensioattive e regolatori di presa). Il tipo e la quantità dei riduttori saranno stabiliti dalla D.L. In ogni caso essi dovranno assicurare le seguenti caratteristiche:

– basso rapporto acqua cemento
– proprietà meccaniche conformi alla specifica applicazione
– elevata flessibilità e plasticità della malta
– basse tensioni di ritiro
– ottima resistenza all'usura
– elevata lavorabilità
– ottima adesione ai supporti
– elevata resistenza agli agenti inquinanti.

La quantità di additivo da aggiungere agli impasti sarà calcolata considerando ove occorre anche l'umidità degli inerti (è buona norma, infatti, separare gli inerti in base alla granulometria e lavarli per eliminare sali o altre sostanze inquinanti).

La quantità ottimale che varierà in relazione al particolare tipo d'applicazione potrà oscillare, in genere, dal 5 ai 10% in peso sul quantitativo di cemento. Per il confezionamento di miscele cemento/additivo o cemento/inerti/additivo si dovrà eseguire un lavoro d'impasto opportunamente prolungato facendo ricorso, preferibilmente, a mezzi meccanici come betoniere e mescolatori elicoidali per trapano. Una volta pronta, la malta verrà immediatamente utilizzata e sarà vietato rinvenirla con altra acqua al fine di riutilizzarla in tempi successivi.

L'appaltatore sarà obbligato a provvedere alla miscelazione in acqua dei quantitativi occorrenti di additivo in un recipiente che sarà tenuto a disposizione della D.L. per eventuali controlli e campionature di prodotto.

La superficie su cui la malta sarà applicata dovrà presentarsi solida, priva di polveri e residui grassi.

Se richiesto dalla D.L. l'appaltatore dovrà utilizzare come imprimitura un'identica miscela di acqua, additivo e cemento molto più fluida.

Le malte modificate con riduttori di acqua, poichè induriscono lentamente, dovranno essere protette da una rapida disidratazione (stagionatura umida).

Malte espansive – Si tratta di malte in cui l'additivo provoca un aumento di volume dell'impasto. Questi prodotti dovranno essere utilizzati in tutte quelle lavorazioni che prevedono incollaggi o iniezioni di malte fluide: sottofondazioni e sottomurazioni, volte e cupole, coperture, rifacimenti di strutture e consolidamenti. La malta dovrà essere preparata mescolando in betoniera una miscela secca di legante, inerte ed agenti espansivi in polvere nella quantità media, salvo diverse prescrizioni della D.L., di circa 10-40 kg/mc di malta; solo successivamente si potrà aggiungere il quantitativo misurato d'acqua. Nei casi in cui l'agente espansivo dovesse essere il tipo liquido, esso sarà aggiunto alla miscela secca inerti/legante solo dopo una prolungata miscelazione in acqua. L'appaltatore sarà tenuto a provvedere alla miscelazione in acqua dei quantitativi occorrenti di additivo dentro un recipiente tenuto a disposizione della D.L. per eventuali controlli e campionature di prodotto. Sebbene gli agenti espansivi siano compatibili con un gran numero di additivi, tuttavia sarà sempre opportuno:

– mescolare gli additivi di una sola ditta produttrice
– ricorrere alla consulenza tecnica del produttore
– richiedere l'autorizzazione della D.L.

La stagionatura delle miscele espansive si otterrà mantenendo le malte in ambiente umido.

Malte confezionate con riempitivi a base di fibre sintetiche o metalliche – Dietro specifica prescrizione progettuale o su richiesta della D.L. potrà essere richiesto l'utilizzo di particolari riempitivi che hanno la funzione di plasmare e

modificare le caratteristiche degli impasti mediante la tessitura all'interno delle malte indurite di una maglia tridimensionale.
Si tratta di fibre in metallo o in polipropilene a forma di treccia a struttura reticolare che, durante la miscelazione degli impasti, si aprono distribuendosi uniformemente.
Le fibre dovranno essere costituite da materiali particolarmente tenaci caratterizzati da una resistenza a trazione di circa 400 N/mmq, da un allungamento a rottura intorno al 13% e da un modulo d'elasticità di circa 500.000 N/cmq. Le fibre formeranno all'interno delle malte uno scheletro a distribuzione omogenea che ripartirà e ridurrà le tensioni dovute al ritiro. Se impiegate per il confezionamento di calcestruzzi, le proprietà delle fibre in polipropilene dovranno essere le seguenti: inerzia chimica che le rende adatte (in quanto non reagiscono con altri additivi chimici) ad essere utilizzate sia in ambienti acidi che alcalini; assenza di corrosione o deterioramento; atossicità; capacità di non alterare la lavorabilità delle malte.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO
L'appaltatore è obbligato a prestarsi, in qualsiasi momento, ad eseguire od a far eseguire presso il laboratorio di cantiere, presso gli stabilimenti di produzione o presso gli istituti autorizzati, tutte le prove scritte dal presente capitolato speciale d'appalto o dalla direzione dei lavori, sui materiali impiegati o da impiegarsi, nonché sui manufatti realizzati in opera e sulle forniture in generale. Il prelievo dei campioni, da eseguire secondo le norme regolamentari e conformemente a quanto prescritto dalle norme UNI vigenti, anche nel caso che le modalità di prova, controllo e collaudo non siano specificamente richiamate nel presente capitolato. Il prelievo verrà effettuato in contraddittorio con l'impresa sulla base della redazione del verbale di prelievo

- Malte preconfezionate

Trattasi di malte a dosaggio controllato studiate per il superamento dei limiti presentati dalla dosatura manuale delle malte additivate in quanto queste ultime non garantiscono il controllo della percentuale d'espansione che potrebbe risultare eccessiva in rapporto all'elevato degrado delle murature o delle strutture per la difficoltà di:
– dosare la quantità ottimale di additivo/cemento e cemento/inerti
– dosare gli additivi ad effetti differenziati
– controllare la granulometria.
Queste malte dovranno essere del tipo confezionato con controllo automatico ed elettronico in modo che nella miscelazione le sabbie quarzo sferoidali (Silice = 99% – durezza Mohs = 8) siano selezionate in relazione ad una curva granulometrica ottimale e i cementi ad alta resistenza e gli additivi chimici rigorosamente dosati. Gli additivi che garantiranno l'adesione ai substrati, l'inerzia chimica e le notevoli risposte alle sollecitazioni, verranno attivati dall'esatta miscelazione con quantitativi prestabiliti d'acqua. Variando il quantitativo d'acqua da 3 a 6 lt per ogni sacco di malta, si otterrà un impasto a consistenza più o meno fluida.
L'appaltatore sarà tenuto, nel corso delle operazioni di preparazione delle malte, a prelevare, in presenza ed a richiesta della D.L., dei campioni rappresentativi dei vari tipi di malte preconfezionate che impiegherà nel corso dei lavori al fine di produrre le pattuite prove ed analisi da effettuare durante il corso dei lavori o al collaudo.
Gli agenti espansivi dovranno assicurare in relazione al particolare settore di utilizzo, un'espansione da 0, 04 a 0, 12%, uno spandimento di circa il 150%, un'aderenza su calcestruzzo o acciaio rispettivamente intorno ai valori di 3-3,5 MPa e 20-30 MPa a 28 giorni di stagionatura. Le malte preconfezionate potranno essere usate per ancoraggi, rappezzi, impermeabilizzazioni, getti in fondazione ed, in genere, per tutti quei lavori prescritti dal contratto o richiesti dalla D.L.
Per la preparazione delle malte saranno necessari, oltre i normali attrezzi di lavoro, dei recipienti dalla capacità adatta a contenere i quantitativi di prodotto lavorabili (30-60 minuti per la presa) ed appositi miscelatori elicoidali o piccole betoniere.
L'appaltatore dovrà attenersi alle istruzioni per l'uso che, spesso, prevedono un particolare procedimento di preparazione atto a consentire una distribuzione più omogenea dell'esiguo quantitativo d'acqua occorrente ad attivare l'impasto.
In presenza di temperature elevate, di forte umidità ambientale e di gelate, fattori che potrebbero influenzare i tempi di lavorabilità della malta, l'appaltatore, dietro specifica autorizzazione della D.L., potrà variare sensibilmente i quantitativi d'acqua occorrente oppure utilizzare acqua calda o fredda.
L'impiego di malte premiscelate pronte per l'uso è consentito purché, ogni fornitura sia accompagnata da una dichiarazione del fornitore attestante il gruppo della malta, il tipo e la quantità dei leganti e degli altri eventuali additivi.
Ove il tipo di malta non rientri tra quelli prima indicati (art. "Malte additivate") il fornitore dovrà certificare con prove ufficiali anche le caratteristiche di resistenza della malta stessa (D.M. 9 gennaio 1987).

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO
L'appaltatore è obbligato a prestarsi, in qualsiasi momento, ad eseguire od a far eseguire presso il laboratorio di cantiere, presso gli stabilimenti di produzione o presso gli Istituti autorizzati, tutte le prove scritte dal presente capitolato speciale d'appalto o dalla direzione dei lavori, sui materiali impiegati o da impiegarsi, nonché sui manufatti realizzati in opera e sulle forniture in generale. Il prelievo dei campioni, da eseguire secondo le norme regolamentari e conformemente a quanto prescritto dalle norme UNI vigenti, anche nel caso che le modalità di prova, controllo e collaudo non siano specificamente richiamate nel presente capitolato, verrà effettuato in contraddittorio con l'impresa sulla base della redazione del verbale di prelievo.

- Conglomerati di resina sintetica

Dovranno essere confezionati miscelando con i relativi indurimenti resine sintetiche, sabbie di quarzo di varia granulometria ed agenti tixotropizzanti. I conglomerati di resina sintetica, una volta induriti, dovranno presentare le seguenti caratteristiche:
– notevoli proprietà di adesione
– elevate resistenze sia meccaniche che chimiche
– rapido sviluppo delle proprietà meccaniche.
Essendo numerose le possibilità di applicazione, occorrerà variare la fluidità, conformemente alle prescrizioni di progetto, in funzione della natura dei materiali, della loro porosità e delle finalità della lavorazione. I conglomerati dovranno in ogni modo assicurare:
– ottima capacità d'indurimento anche a basse temperature
– sufficiente adesione anche in presenza di umidità
– assorbimento capillare e, quindi, ottima saturazione delle superfici di contatto
– tempi di lavorabilità sufficienti anche in periodo estivo.
Per la preparazione dei conglomerati sintetici si dovranno utilizzare apposite betoniere o mescolatrici da 10-25 kg da impiegare esclusivamente per le resine. Per i formulati a due componenti sarà necessario calcolare con precisione il quantitativo di resina e d'indurente attenendosi, con la massima cura ed attenzione, ai bollettini tecnici dei produttori e considerando che, in genere, il rapporto resina/indurente consigliato tollera un'approssimazione del 5-10% pena l'irrimediabile decadimento sia delle caratteristiche meccaniche che di quelle di resistenza chimica.
Resta tassativamente vietato regolare il tempo d'indurimento aumentando o diminuendo la quantità d'indurente in quanto l'appaltatore dovrà attenersi alle prescrizioni del produttore.
L'applicazione dei conglomerati sintetici, poiché sia la temperatura che il tasso di umidità influenzano negativamente la reazione fra la resina e l'indurente e quindi la qualità dell'intervento, dovrà essere eseguita quando le condizioni atmosferiche lo consentano. I risultati migliori si otterranno lavorando con temperature non inferiori ai 15°C e con umidità reattiva del 50-60%. Temperature più basse o forte umidità potrebbero provocare, impiegando alcuni tipi d'indurente, tempi di presa più lunghi ed un indurimento irregolare e difettoso.
Le superfici su cui saranno applicati i conglomerati di resina dovranno essere opportunamente predisposte secondo quanto prescritto dal produttore. Le fessure dovranno essere allargate con traccia a V, spolverate e trattate con una miscela fluida priva di cariche.
I ferri e i metalli, spesso unti e corrosi dalla ruggine, dovranno essere accuratamente puliti con i metodi ed i materiali prescritti dalla D.L. In generale, l'appaltatore sarà tenuto, rispettando le precauzioni consigliate dal produttore, a fornire agli operai gli indumenti adatti (guanti, visiere, ecc.) onde evitare non solo ogni contatto con la pelle e con gli occhi ma, anche, le esalazioni della miscela o dei singoli componenti.
Sarà, quindi, obbligato a far preparare e maneggiare il composto all'aperto o in luoghi ventilati e a fare osservare le norme di sicurezza.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO
L'appaltatore è obbligato a prestarsi, in qualsiasi momento, ad eseguire od a far eseguire presso il laboratorio di cantiere, presso gli stabilimenti di produzione o presso gli istituti autorizzati, tutte le prove scritte dal presente capitolato speciale d'appalto o dalla direzione dei lavori, sui materiali impiegati o da impiegarsi, nonché sui manufatti realizzati in opera e sulle forniture in generale. Il prelievo dei campioni, da eseguire secondo le norme regolamentari e conformemente a quanto prescritto dalle norme UNI vigenti, anche nel caso che le modalità di prova, controllo e collaudo non siano specificamente richiamate nel presente capitolato, verrà effettuato in contraddittorio con l'impresa sulla base della redazione del verbale di prelievo.

- Consolidamento delle strutture fondali - Generalità

Operazioni preliminari – L'appaltatore, prima di dare inizio ai lavori, dovrà accertare la consistenza delle strutture di fondazione e la natura del terreno su cui esse gravano. Dovrà, quindi, salvo diverse disposizioni della D.L., eseguire scavi verticali a pozzo a ridosso dei muri che abbiano dimensioni tali (almeno 1,20-1,50 m) da consentire lo scavo a mano e l'estrazione del materiale di risulta. Se il manufatto si presenterà fatiscente, sarà necessario, prima d'intervenire con l'apertura di varchi, procedere ad un preconsolidamento mediante iniezione di cemento o parziali ricostruzioni a cuci e scuci; il tutto previa autorizzazione della D.L. e dopo accurata analisi dei carichi.
Gli scavi dovranno essere eseguiti fino al piano di posa della fondazione e, in relazione alla natura del terreno ed alla profondità raggiunta, dovranno essere sbatacchiati secondo le modalità stabilite dalla D.L. Lo scavo, così eseguito, dovrà rendere possibile l'analisi delle caratteristiche costruttive, il rilievo delle dimensioni, lo stato di conservazione delle fondazioni e la natura dello strato superficiale del terreno su cui esse gravano.
Sarà, sempre, opportuno eseguire saggi nel terreno mediante trivellazione e carotaggi fino ad una profondità che dovrà essere rapportata al carico ed alla larghezza delle fondazioni onde accertare se il cedimento sia causato dalla resistenza a compressione dello strato superficiale o dalla consistenza degli strati sottostanti o dal regime idraulico del terreno o dalle erosioni oppure, ancora, da altre cause.
I saggi e le eventuali indagini geognostiche dovranno essere condotte nei modi stabiliti dal C.M. n. 3797 del 6 novembre 1967 (istruzione per il progetto, esecuzione e collaudo delle fondazioni), del D.M. 21 gennaio 1981 e dalla successiva C.M. n. 21597 del 3 giugno 1981 e con le modalità contenute nelle "Raccomandazioni sulla programmazione e l'esecuzione delle indagini geotecniche" redatte dall'Associazione Geotecnica Italiana (A.G.I. 1977).

Sondaggi meccanici e prelievo dei campioni – Saranno eseguite al fine di verificare la natura e le caratteristiche dei terreni che in varie occasioni possono essere responsabili dello stato di degrado della struttura di fondazione. Per tali indagini saranno da utilizzare preferibilmente i sondaggi a sola rotazione con carotaggio continuo. Una volta eseguite le perforazioni l'appaltatore dovrà eseguire il prelievo di campioni indisturbati e rappresentativi dei diversi strati di terreno, in modo che questi forniscano un'accurata descrizione dei terreni. Gli stessi fori potranno essere utilizzati per l'esecuzione delle indagini geotecniche e geofisiche, nonché per l'installazione di strumentazioni geotecniche atte a controllare il comportamento deformativo dei terreni di fondazione e le eventuali variazioni dei livelli di falda.
Indagini geotecniche e geofisiche – Saranno eseguite al fine di consentire la valutazione dei parametri che definiscono il comportamento dei terreni di fondazione in particolar modo dal punto di vista della resistenza al taglio, della deformabilità e dello stato tensionale. I fori dei sondaggio saranno, quindi, utili per effettuare le prove in situ al fine di caratterizzare il terreno nello stato in cui si trova in natura.
Le prove da effettuarsi di cui all'art. 63 del presente capitolato, saranno scelte dalla D.L. tra quelle elencate in relazione alla natura dei terreni ed al problema geotecnico da affrontare:

- prove penetrometriche statiche
- prove penetrometriche dinamiche
- prove scissometriche
- prove pressiometriche
- prove di permeabilità.

Su dei campioni indisturbati prelevati nel corso dei sondaggi si possono eseguire prove di laboratorio da definirsi in relazione alla natura dei terreni e al problema geotecnico da affrontare.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO
I lavori in fondazione saranno sottoposti, qualsiasi sia la loro natura, a prove di carico statico secondo la normativa stabilita dal D.M. 11 marzo 1988.
Oltre alle prove di resistenza dei calcestruzzi e degli acciai previste dalle vigenti norme, la direzione dei lavori potrà richiedere prove non distruttive con metodi sonici in modo da individuare gli eventuali difetti e controllare la continuità dei getti.
Nel corso dei lavori relativi allo scavo per la realizzazione delle sottofondazioni, il direttore dei lavori potrà stabilire i punti in cui eseguire prelievi delle formazioni geologiche in esso riscontrabili; i prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi verrà redatto apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi agli scavi.
a) Collaudo dei materiali
Quando i materiali destinati alla riparazione delle strutture provengono dagli stabilimenti di produzione per la successiva lavorazione o collocazione in cantiere, l'appaltatore ne darà comunicazione alla direzione dei lavori specificando, per ogni fornitura, la distinta dei pezzi, il relativo peso, la destinazione e la documentazione di accompagnamento con relativi attestati di controllo e la dichiarazione che il prodotto è costruito nel rispetto delle norme vigenti (certificati di qualificazione). La direzione dei lavori avrà la facoltà, ogni volta che lo riterrà opportuno, di prelevare dei campioni da sottoporre a prova presso laboratori di sua scelta al fine di verificarne la rispondenza alle norme di accettazione ed ai requisiti di progetto. Per i prodotti non qualificati la direzione dei lavori dovrà effettuare presso laboratori ufficiali tutte le prove meccaniche e chimiche in numero atto a fornire l'approfondita conoscenza delle proprietà di ogni lotto di fornitura. Tutti gli oneri relativi alle prove sono a carico dell'appaltatore.
b) Controlli in corso di lavorazione
L'appaltatore dovrà essere in grado di documentare la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti certificati di qualificazione, fornendone a richiesta della direzione dei lavori una copia. In ogni caso, alla direzione dei lavori sarà riservata la facoltà di eseguire nel corso delle lavorazioni tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli certificati, che le strutture siano conformi ai disegni di progetto e che siano eseguite a perfetta regola d'arte. Ogni volta che le strutture lavorate sono pronte per il collaudo, l'appaltatore informerà tempestivamente la direzione dei lavori che, entro 8 giorni, darà risposta fissando la data per il collaudo.
c) Prove di carico e collaudo statico
In seguito alla realizzazione dell'opera, l'appaltatore sarà tenuto ad invitare la direzione dei lavori per un'accurata visita preliminare delle strutture al fine di accertare che queste siano state eseguite in conformità ai relativi disegni di progetto, alle buone regole d'arte e a tutte le prescrizioni del contratto. Si procederà quindi alle prove di carico e al collaudo statico delle strutture (di cui all'art. 63 del presente capitolato); operazioni che verranno condotte conformemente alle vigenti leggi, a cura e spese dell'appaltatore.

- *Consolidamento mediante sottofondazioni*

I lavori di sottofondazione non dovranno turbare la stabilità del sistema murario da consolidare né quella degli edifici adiacenti. L'appaltatore dovrà, quindi, adottare tutti gli accorgimenti e le precauzioni necessarie al raggiungimento di tale fine.
Una volta eseguite le puntellature delle strutture in elevazione ed individuati i cantieri di lavoro, s'inizieranno gli scavi eseguendoli da entrambi i lati del muro se esso è di grosso spessore (> m 1,50) o da un solo lato, se lo spessore è normale; gli scavi, larghi tanto quanto sarà necessario per una buona esecuzione della sottomurazione, dovranno essere

effettuati fino alla quota del piano di posa della vecchia fondazione, sbatacchiando le pareti man mano che aumenterà la profondità.
Si procederà, una volta raggiunta col primo settore la quota d'imposta della vecchia fondazione, alla suddivisione in sottoscavi (di larghezza variabile in relazione alle caratteristiche della muratura e del terreno) e, infine, si eseguirà, solo dopo aver rimosso la terra dello scavo anche sotto la fondazione, il getto di spianamento con magrone di calcestruzzo secondo quanto prescritto negli elaborati di progetto.
Sottofondazioni in muratura di mattoni e malta di cemento – Una volta predisposto lo scavo con le modalità sopraccennate, l'appaltatore farà costruire una muratura in mattoni e malta di cemento dello spessore prescritto negli elaborati di progetto, lasciando fra nuova e vecchia muratura lo spazio equivalente ad un filare di mattoni; nel cavo fra le due murature dovrà inserire dei cunei in legno duro che, successivamente (3-4 gg.), provvederà a sostituire con cunei più grossi atti a compensare l'abbassamento della nuova muratura.
Ad abbassamento avvenuto (quarto giorno), l'appaltatore provvederà a fare estrarre i cunei e procederà alla collocazione dell'ultimo filare di mattoni intasando fino a rifiuto con malta di cemento.
Sottofondazioni con solette di calcestruzzo – Una volta predisposto lo scavo con le modalità sopraccennate, l'appaltatore posizionerà l'armatura metallica secondo quanto previsto negli elaborati di progetto e provvederà, successivamente, all'esecuzione di un getto in modo da creare una porzione di cordolo e da lasciare uno spazio vuoto fra l'estradosso di quest'ultimo e l'intradosso della vecchia fondazione. Lo spazio vuoto potrà essere riempito, dopo 2-3 giorni, con muratura di mattoni e malta di cemento avendo sempre l'accortezza di lasciare uno spazio vuoto equivalente ad un filare di mattoni. Dovrà, quindi, provvedere all'inserimento forzato, nella parte vuota, di cunei in legno duro e, dopo 3-4 giorni, alla loro sostituzione con cunei più grossi onde compensare l'assestamento della nuova muratura. Provvederà, infine, all'estrazione dei cunei ed alla collocazione dell'ultimo filare di mattoni intasando fino a rifiuto con malta di cemento.
Sottofondazioni con cordoli o travi in cemento armato – L'appaltatore dovrà eseguire, secondo le modalità prima descritte, gli scavi da ambedue i lati del tratto di muratura interessata fino a raggiungere il piano di posa della fondazione. Una volta rimossa la terra di scavo, dovrà effettuare un getto di spianamento in magrone di calcestruzzo e procedere, solo dopo aver creato nella muratura esistente un incavo di alcuni cm pari all'altezza del cordolo avendo cura di prevedere, in corrispondenza dei collegamenti trasversali richiesti dal progetto, all'inserimento di ferri sporgenti verso l'alto. Dovrà, quindi, dopo l'indurimento del getto, creare dei varchi nella muratura, mettere in opera le armature previste dagli elaboratori di progetto ed effettuare il getto con cemento preferibilmente di tipo espansivo. In attesa dell'indurimento dovrà puntellare in modo provvisorio la struttura.
Diaframmi continui – L'appaltatore dovrà realizzarli con pannelli di calcestruzzo semplice o armato gettati in opera, collegandoli ad incastro, al fine di realizzare pareti di sostegno di scarpate, di fondazioni, di opere varie, per difese e traverse fluviali, anche aventi funzione portante. Lo scavo sarà eseguito da appositi macchinari adoperando le cautele necessarie per evitare lo smottamento dello scavo, come per esempio l'impiego di fanghi bentonitici o di cassoni metallici. Il getto sarà eseguito per singoli pannelli mediante attrezzature atte ad evitare la caduta libera del calcestruzzo. Eventuali manchevolezze che venissero a scoprirsi per l'apertura degli scavi dovranno essere eliminate a cura e spese dell'appaltatore con i provvedimenti ritenuti più opportuni lalla D.L.
Tiranti di ancoraggio – Saranno costituiti da tiranti orizzontali o inclinati, atti a collegare strutture in calcestruzzo con il terreno resistente a monte, allo scopo di assorbire le spinte del terreno incoerente fra essi interposto. Per i tiranti l'appaltatore impiegherà acciaio in fili, trecce, trefoli ecc., inserendoli in perforazioni, con diametro di mm 100-135, lunghezza di circa m 25, eseguite tramite sonde a rotazione; l'appaltatore provvederà al loro eventuale rivestimento, ancorandole sia a speciali piastre di ripartizione sul calcestruzzo che a dei bulbi con le misure di progetto. La lavorazione si concluderà provvedendo al tensionamento dei tiranti subito dopo un periodo di maturazione di almeno 28 giorni del bulbo stesso. In caso di cedimento al momento della tesatura, l'appaltatore dovrà ripetere l'esecuzione di un altro bulbo, secondo le indicazioni della D.L. Si applicheranno le norme del D.M. 27 luglio 1985 e del D.M. 11 marzo.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO
I lavori in fondazione saranno sottoposti, qualsiasi sia la loro natura a prove di carico statico secondo la normativa stabilita dal D.M. 11 marzo 1988.
Oltre alle prove di resistenza dei calcestruzzi e degli acciai previste dalle vigenti norme, la direzione dei lavori potrà richiedere prove non distruttive con metodi sonici in modo da individuare gli eventuali difetti e controllare la continuità dei getti.
Nel corso dei lavori relativi allo scavo per la realizzazione delle sottofondazioni, il direttore dei lavori potrà stabilire i punti in cui eseguire prelievi delle formazioni geologiche in esso riscontrabili; i prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi verrà redatto apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi agli scavi.
Per quanto concerne il collaudo dei materiali, i controlli in corso di lavorazione e le prove di carico e collaudo statico si fa riferimento a quanto prescritto dall'art. "Consolidamento delle strutture fondali – Generalità".

- Sottofondazioni con pali

Generalità – Il sistema di sottofondazioni su pali sarà usato nei casi in cui si dovrà trasferire il carico della costruzione su strati resistenti e profondi in modo da contrastare i cedimenti provocati dalle deficienze proprie del terreno immediatamente sottostante le fondazioni. Al fine di evitare vibrazioni che potrebbero risultare dannose per le sovrastanti strutture dissestate, si potranno sia usare pali trivellati costruiti in opera con o senza tubo/forma sia pali ad

elementi prefabbricati infissi mediante pressione statica. La D.L., prima della definitiva messa in opera dei pali, dovrà fissare il numero dei pali prova su cui dovranno essere effettuate, a totale cura e spesa dell'appaltatore, prove di carico eseguite al fine di studiare il comportamento dell'intera fondazione in base alle caratteristiche dei terreni ed alle condizioni generali di progetto (D.M. 21 gennaio 1981 e seguente C.M. n. 21597). La prova di carico dovrà essere effettuata, salvo diverse prescrizioni, interponendo un martinetto, dotato di manometro tarato e di estensimetro, fra la fondazione e la testa del palo annegata in un blocco di calcestruzzo. Il carico verrà trasmesso sulla testa del palo con incrementi successivi non superiori a 5 t. ciascuno sospendendolo di volta in volta al fine di consentire diverse letture negli estensimetri. I risultati delle prove di carico verranno annotati su un apposito registro.

Pali trivellati – Per la difficoltà di eseguire fori verticali al di sotto della fondazione, i pali potranno essere costruiti in aderenza alla muratura collocandoli ai due lati del muro, se sarà possibile utilizzare le attrezzature di perforazione da entrambi i lati; invece, si dovranno posizionare a contatto con il solo lato esterno se la ridotta altezza dei locali non ne consentirà l'uso. L'appaltatore procederà alla trivellazione solo dopo aver determinato il piano di posa dell'intradosso dei traversi che serviranno a collegare il palo ed introdurrà, quindi, l'armatura metallica nella misura e quantità prevista dagli esecutivi di progetto. Quindi, nel caso di pali posti sui due lati della muratura, eseguirà il getto fino a raggiungere il piano di posa dei traversi; mentre nel caso di pali posti su di un solo lato della muratura, dovrà pervenire fino all'intradosso delle mensole. Infine, aprirà i varchi della muratura, posizionerà le casserature dei travi/cordolo longitudinali, predisporrà le armature previste negli elaboratori di progetto ed eseguirà il getto.

Pali ed elementi prefabbricati – L'appaltatore dovrà metterli in opera sotto la base della muratura di fondazione mediante l'esecuzione di scavi a pozzo. I pali, formati da elementi che si andranno ad innestare l'uno sull'altro, verranno infissi mediante la pressione statica esercitata da un martinetto idraulico messo a contrasto tra la base della fondazione e la sommità dell'elemento che si andrà ad infiggere. Gli scavi a pozzo dovranno avere una profondità tale da consentire l'inserimento sotto la fondazione esistente del martinetto e del palo; il primo elemento sarà fornito di punta metallica e l'ultimo di un pulvino per aumentare la superficie di contatto con la base della fondazione. L'appaltatore dovrà verificare che le murature di fondazione, dovendo costituire strutture di contrasto alle palificate di sottofondazione, siano sufficientemente solide. In caso contrario, prima di eseguire la palificazione e dietro autorizzazione e prescrizione della D.L., dovrà consolidarle con murature in sostituzione o con iniezioni di cemento semplici o armate.

Micropali – Sono pali di sezione ridotta con un diametro variabile dai 10 ai 25 cm che potranno essere infissi nel terreno sia in direzione verticale che inclinata. Eseguite dapprima le perforazioni con i sistemi e le attrezzature sia di uso corrente che speciali o brevettate più idonee al tipo di terreno fino al raggiungimento della quota prevista dagli elaborati di progetto, l'appaltatore dovrà introdurre tubi di armatura in acciaio con interasse medio di cm 50 dotati nella parte inferiore di valvole di non ritorno. Provvederà, quindi, ad iniettare dalla valvola più profonda e a bassa pressione una miscela cementizia che andrà ad intasare lo spazio compreso tra le pareti del perforo e la superficie esterna del tubo facendo risalire i detriti della perforazione allo scopo di formare una guaina capace d'impedire il riflusso delle miscele che, in seguito, dovrà iniettare ad alta pressione. In alcuni sistemi la formazione della guaina antiriflusso potrà avvenire iniettando la miscela attraverso le stesse sonde di perforazione. A presa avvenuta, l'appaltatore dovrà iniettare ad alta pressione le miscele cementizie ritenute più idonee dalla D.L., utilizzando in progressione tutte le valvole a partire dalla più profonda. Su terreni incoerenti, a discrezione della D.L., l'appaltatore dovrà ripetere le iniezioni fino al raggiungimento delle resistenze progettate. L'intero tubo di acciaio, infine, dovrà essere riempito con malta. La miscela cementizia per le iniezioni dovrà essere quella prescritta dagli elaboratori di progetto o stabilita dalla D.L.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

Nel corso dei lavori relativi allo scavo per i pali, il direttore dei lavori potrà stabilire gli scavi in cui eseguire prelievi delle formazioni geologiche in esso riscontrabili; i prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi verrà redatto apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi allo scavo dei pali.

I pali saranno sottoposti a prove di carico statico secondo la normativa stabilita dal D.M. 11 marzo 1988.

Oltre alle prove di resistenza dei calcestruzzi e degli acciai impiegati previsti dalle vigenti norme, la direzione dei lavori potrà richiedere prove non distruttive con metodi sonici in modo da individuare gli eventuali difetti e controllare la continuità del getto.

Per ogni palo dovranno venire rilevati e trascritti su di un apposito registro, i seguenti elementi:

- lunghezza
- diametro esterno alla punta ed alla testa
- diametro interno alla punta ed alla testa
- profondità raggiunta.

La direzione dei lavori effettuerà inoltre gli opportuni riscontri sul volume del conglomerato cementizio impiegato, che dovrà risultare superiore al volume calcolato sul diametro esterno del tubo-forma usato per l'esecuzione del palo.

Per quanto concerne il collaudo dei materiali, i controlli in corso di lavorazione e le prove di carico e collaudo statico si fa riferimento a quanto prescritto dall'art. "Consolidamento delle strutture fondali – Generalità".

- Costruzione di murature – Generalità

La costruzione delle murature, siano esse formate da elementi resistenti naturali o artificiali, dovrà essere eseguita conformemente a quanto stabilito dal D.M. 9 gennaio 1987 (norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento). Nelle costruzioni delle murature in genere verrà curata la perfetta

esecuzione degli spigoli, delle voltine, sordine, piattabande, archi e verranno lasciati tutti i necessari incavi, sfondi canne e fori:
- per ricevere le chiavi e i capochiave delle volte, gli ancoraggi delle catene e travi a doppio T, le testate delle travi in legno ed in ferro, le pietre da taglio e quanto altro non venga messo in opera durante la formazione delle murature;
- per il passaggio dei tubi pluviali, dell'acqua potabile, canne di stufa e camini, cessi, orinatoi, lavandini, immondizie, ecc.;
- per condutture elettriche di campanelli, di telefoni e di illuminazione;
- per le imposte delle volte e degli archi;
- per gli zoccoli, arpioni di porte e finestre, zanche, soglie, ferriate, ringhiere, davanzali, ecc.

Quanto detto, in modo che non vi sia mai bisogno di scalpellare le murature già eseguite.
Le costruzioni delle murature deve iniziarsi e proseguire uniformemente, assicurando il perfetto collegamento sia con le murature esistenti, sia fra le varie parti di esse, evitando nel corso dei lavori la formazione di strutture eccessivamente emergenti dal resto della costruzione.
La muratura procederà a filari rettilinei, coi piani di posa normali alle superfici viste o come altrimenti venisse prescritto. All'innesto con i muri da costruirsi in tempo successivo dovranno essere lasciate opportune ammorsature in relazione al materiale impiegato. I lavori in muratura, qualunque sia il sistema costruttivo adottato, debbono essere sospesi nei periodi di gelo, durante il quale la temperatura si mantenga per molte ore al di sotto di zero gradi centigradi. Quando il gelo si verifichi solo per alcune ore della notte, le opere in muratura ordinaria possono essere eseguite nelle ore meno fredde del giorno, purché, al distacco del lavoro vengono adottati opportuni provvedimenti per difendere le murature dal gelo notturno. Le facce delle murature in malta dovranno essere mantenute bagnate almeno per giorni 15 dalla loro ultimazione od anche più se sarà richiesto dalla direzione dei lavori. Le canne, le gole da camino e simili, saranno intonacate a grana fine; quelle di discesa delle immondezze saranno intonacate a cemento liscio. Si potrà ordinare che tutte le canne, le gole, ecc., nello spessore dei muri, siano lasciate aperte sopra una faccia temporaneamente, anche per tutta la loro altezza; in questi casi, il tramezzo di chiusura si eseguirà posteriormente.
Le imposte per le volte, gli archi, ecc. devono essere lasciate nelle murature sia con addentellati d'uso, sia col costruire l'originale delle volte e degli archi a sbalzo mediante le debite sagome, secondo quanto verrà prescritto. La direzione stessa potrà ordinare che sulle aperture di vani di porte e finestre siano collocati degli architravi aventi la natura e le dimensioni stabilite dagli elaborati di progetto in relazione alla luce dei vani, allo spessore del muro e al sovraccarico. Quando venga ordinato, sui muri delle costruzioni, nel punto di passaggio fra le fondazioni entro terra e la parte fuori terra, sarà disteso uno strato impermeabile; la muratura su di esso non potrà essere ripresa che dopo il suo indurimento.
A norma del D.M. 20 novembre 1987, lo spessore minimo dei muri, per realizzazione in zona sismica non può essere inferiore ai valori di cui alla seguente tabella.

Tipo di muratura	Spessore minimo cm
a) muratura in elementi resistenti artificiali pieni	12
b) muratura in elementi resistenti artificiali semipieni	20
c) muratura in elementi resistenti artificiali forati	25
d) muratura di pietra squadrata	24
e) muratura listata	40
f) muratura di pietra non squadrata	50

Per gli edifici con non più di due piani fuori terra è ammesso l'uso di muratura listata con l'impiego di malta cementizia. La listatura deve essere realizzata mediante fasce di conglomerato semplice o armato oppure tramite ricorsi orizzontali costituiti da almeno tre corsi in laterizio pieno, posti ad interasse non superiore a 1,6 m ed estesi a tutta la lunghezza e a tutto lo spessore del muro; gli spessori dei muri devono essere non inferiori a quelli indicati nella seguente tabella:

Spessori dei muri in pietrame listato

	S = 6	S = 9	S = 12
Piano secondo	40	40	50
Piano primo	40	40	65
Piano cantinato	55	55	80

Lo spessore delle murature non deve essere inferiore a 24 cm, al netto dell'intonaco; le murature debbono presentare in fondazione un aumento di spessore pari ad almeno 20 cm.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO
La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite prelievi al fine accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore.
I prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi verrà redatto apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla costruzione.
a) Collaudo dei materiali
Quando i materiali destinati alla costruzione o alla riparazione di strutture provengono dagli stabilimenti di produzione per la successiva lavorazione o collocazione in cantiere, l'appaltatore ne darà comunicazione alla direzione dei lavori specificando, per ogni fornitura, la distinta dei pezzi, il relativo peso, la destinazione e la documentazione di

accompagnamento con relativi attestati di controllo e la dichiarazione che il prodotto è costruito nel rispetto delle norme vigenti (certificati di qualificazione). La direzione dei lavori avrà la facoltà, ogni volta che lo riterrà opportuno, di prelevare dei campioni da sottoporre a prova presso laboratori di sua scelta al fine di verificarne la rispondenza alle norme di accettazione ed ai requisiti di progetto. Per i prodotti non qualificati la direzione dei lavori dovrà effettuare presso laboratori ufficiali tutte le prove meccaniche e chimiche in numero atto a fornire l'approfondita conoscenza delle proprietà di ogni lotto di fornitura. Tutti gli oneri relativi alle prove sono a carico dell'appaltatore.

b) Controlli in corso di lavorazione

L'appaltatore dovrà essere in grado di documentare la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti certificati di qualificazione, fornendone a richiesta della direzione dei lavori una copia. In ogni caso, alla direzione dei lavori sarà riservata la facoltà di eseguire nel corso delle lavorazioni tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli certificati, che le strutture siano conformi ai disegni di progetto e che siano eseguite a perfetta regola d'arte. Ogni volta che le strutture lavorate sono pronte per il collaudo, l'appaltatore informerà tempestivamente la direzione dei lavori che, entro 8 giorni, darà risposta fissando la data per il collaudo.

c) Prove di carico e collaudo statico

In seguito alla realizzazione dell'opera, prima di procedere ad eventuali opere di finitura, l'appaltatore sarà tenuto ad invitare la direzione dei lavori per un'accurata visita preliminare delle strutture al fine di accertare che queste siano state eseguite in conformità ai relativi disegni di progetto, alle buone regole d'arte e a tutte le prescrizioni del contratto. Si procederà quindi alle prove di carico e al collaudo statico delle strutture; operazioni che verranno condotte conformemente alle vigenti leggi, a cura e spese dell'appaltatore.

nota

In riferimento alle lavorazioni di cui ai codici 436.1.2.1 e codice 431.2.1.3 relativi al restauro conservativo delle delle murature interne ed esterne a faccia vista si intende che si addivenga preliminarmente alle indagini stratigrafiche secondo le indicazione della Direzione Lavori.

- *Murature e riempimenti e pietrame a secco*

a) Murature in pietrame a secco – Dovranno essere eseguite con pietre ridotte col martello alla forma più che sia possibile regolare, restando assolutamente escluse quelle di forma rotonda. Le pietre saranno collocate in opera in modo che si colleghino perfettamente fra loro; scegliendo per i paramenti quelle di maggiore dimensione, non inferiore a cm 20 di lato, e le più adatte per il migliore combaciamento, onde supplire così colla accuratezza della costruzione alla mancanza di malta. Si eviterà sempre la ricorrenza delle connessioni verticali. Nell'interno della muratura si farà uso delle scaglie soltanto per appianare i corsi e riempire gli interstizi tra pietra e pietra. La muratura in pietrame a secco per muri di sostegno sarà sempre coronata da uno strato di muratura in malta di altezza non minore di cm 30; a richiesta della direzione dei lavori vi si dovranno eseguire anche opportune feritoie regolari e regolarmente disposte, anche a più ordini, per lo scolo delle acque.

b) Riempimenti per pietrame a secco (per drenaggi, fognature, banchi di consolidamento e simili) – Dovranno essere formati con pietrame da collocarsi in opera a mano e su terreno ben costipato, al fine di evitare cedimenti per effetto dei carichi superiori.

Per drenaggi o fognature si dovranno scegliere le pietre più grosse e regolari e possibilmente a forma di lastroni quelle da impiegare nella copertura dei sottostanti pozzetti o cunicoli; oppure infine negli strati inferiori il pietrame di maggiore dimensione, impiegando nell'ultimo strato superiore pietrame minuto, ghiaia o anche pietrisco per impedire alle terre sovrastanti di penetrare e scendere otturando così gli interstizi tra le pietre. Sull'ultimo strato di pietrisco si dovranno pigiare convenientemente le terre, con le quali dovrà completarsi il riempimento dei cavi aperti per la costruzione di fognature e drenaggi.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite prelievi al fine accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore. I prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi verrà redatto apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla costruzione.

- *Murature di pietrame con malta*

La muratura risulterà composta di scheggioni di pietra e malta grossa, quest'ultima in proporzione non minore di mc 0,45 per metro cubo di muratura.

La muratura sarà eseguita facendo gettate alternative entro i cavi di fondazione di malta fluida e scheggioni di pietra, preventivamente puliti e bagnati, assestando e spianando regolarmente gli strati ogni 40 cm di altezza, riempiendo accuratamente i vuoti con materiale minuto e distribuendo la malta in modo da ottenere strati regolari di muratura in cui le pietre dovranno risultare completamente rivestite di malta. La gettata dovrà essere abbondantemente rifornita d'acqua in modo che la malta penetri in tutti gli interstizi; tale operazione sarà aiutata con beveroni di malta molto grassa. La muratura dovrà risultare ben costipata ed aderente alle pareti dei cavi, qualunque sia la forma degli stessi. Qualora in

corrispondenza delle pareti degli scavi di fondazione si incontrassero vani di gallerie o cunicoli, l'appaltatore dovrà provvedere alla perfetta chiusura di detti vani con murature o chiusure in legame in guisa da evitare la dispersione della malta attraverso tali vie, ed in ogni caso sarà sua cura di adottare tutti i mezzi necessari perchè le murature di fondazione riescano perfettamente compatte e riempite di malta. La muratura in pietrame così detta lavorata a mano sarà eseguita con scapoli di pietrame, delle maggiori dimensioni consentite dalla grossezza della massa muraria, spianati grossolanamente nei piani di posa ed allettati di malta.
Le pietre, prima di essere collocate in opera, saranno diligentemente ripulite dalle sostanze terrose ed ove occorra, a giudizio della direzione dei lavori, accuratamente lavate. Saranno poi bagnate, essendo proibito di eseguire la bagnatura dopo di averle disposte sul letto di malta. Tanto le pietre quanto la malta saranno disposte a mano, seguendo le migliori regole d'arte, in modo da costituire una massa perfettamente compatta nel cui interno le pietre stesse ben battute col martello risultino concatenate fra loro e rivestite da ogni parte di malta, senza alcun interstizio.
La costruzione della muratura dovrà progredire a strati orizzontali di conveniente altezza, concatenati nel senso della grossezza del muro, disponendo successivamente ed alternativamente una pietra trasversale (di punta) dopo ogni due pietre in senso longitudinale, allo scopo di ben legare la muratura anche nel senso della grossezza. Dovrà sempre evitarsi la corrispondenza nelle connessioni fra due corsi consecutivi. Gli spazi vuoti che verranno a formarsi per l'irregolarità delle pietre saranno riempiti con piccole pietre che non si tocchino mai a secco e non lascino mai spazi vuoti, colmando con malta tutti gli interstizi. Nelle murature senza speciale paramento si impiegheranno per le facce viste le pietre di maggiore dimensione, con faccia esterne rese piane e regolari in modo da costruire un paramento rustico a faccia vita e si disporranno negli angoli le pietre più grosse e regolari. Detto paramento rustico dovrà essere più accurato e maggiormente regolare nelle murature di elevazione di tutti i muri dei fabbricati. Qualora la muratura avesse un rivestimento esterno il nucleo della muratura dovrà risultare, con opportuni accorgimenti, perfettamente concatenato col detto rivestimento nonostante la diversità del materiale, di struttura e di forma dell'uno e dell'altro. Le facce viste delle murature in pietrame, che non debbono essere intonacate o comunque rivestite, saranno sempre rabboccate diligentemente con malta idraulica mezzana.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO
La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite prelievi al fine accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore. I prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi verrà redatto apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla costruzione.
Per quanto concerne il collaudo dei materiali, i controlli in corso di lavorazione e le prove di carico e collaudo statico si fa riferimento a quanto prescritto all'art. "Costruzione di murature – Generalità".

- Paramenti per le murature di pietrame

Per le facce viste delle murature di pietrame, secondo gli ordini della direzione dei lavori, potrà essere prescritta la esecuzione delle seguenti speciali lavorazioni:
a) con pietra rasa e teste scoperte (ad opera incerta)
b) a mosaico greggio
c) con pietra squadrata a corsi pressoché regolari
d) con pietra squadrata a corsi regolari.
Nel paramento con pietra rasa e teste scoperte (ad opera incerta) il pietrame dovrà essere scelto diligentemente fra le migliori e la sua faccia vista dovrà essere ridotta col martello a superficie approssimativamente piana; le pareti esterne dei muri dovranno risultare bene allineate e non presentare alla prova del regolo rientranze o sporgenze maggiori di mm 25. Le facce di posa e combaciamento delle pietre dovranno essere spianate ed adattate col martello in modo che il contatto dei pezzi avvenga in tutti i giunti per una rientranza non minore di cm 8. La rientranza totale delle pietre di paramento non dovrà essere mai minore di mm 0,25 e nelle connessioni esterne dovrà essere ridotto al minimo possibile l'uso delle scaglie.
Nel paramento a mosaico greggio la faccia vista dei singoli pezzi dovrà essere ridotta col martello e la grossa punta a superficie perfettamente piana ed a figura poligonale, ed i singoli pezzi dovranno combaciare fra loro regolarmente, restando vietato l'uso delle scaglie. In tutto il resto si eseguiranno le norme indicate per il paramento a pietra rasa.
Nel paramento a corsi pressoché regolari il pietrame dovrà essere ridotto a conci piani e squadrati, sia col martello che con la grossa punta, con le facce di posa parallele fra loro e quelle di combaciamento normali a quelle di posa. I conci saranno posti in opera a corsi orizzontali di altezza che può variare da corso a corso, e potrà non essere costante per l'intero filare. Nelle superfici esterne dei muri saranno tollerate alla prova del regolo rientranze o sporgenze non maggiori di 15 mm
Nel paramento a corsi regolari i conci dovranno essere perfettamente piani e squadrati, con la faccia vista rettangolare, lavorati a grana ordinaria, essi dovranno avere la stessa altezza per tutta la lunghezza del medesimo corso, e qualora i vari corsi non avessero uguale altezza, questa dovrà essere disposta in ordine decrescente dai corsi inferiori ai corsi superiori, con differenza però fra due corsi successivi non maggiore di cm 5. La direzione dei lavori potrà anche prescrivere l'altezza dei singoli corsi, ed ove nella stessa superficie di paramento venissero impiegati i conci di pietra da taglio, per rivestimento di alcune parti, i filari di paramento a corsi regolari dovranno essere in perfetta corrispondenza con quelli della pietra da taglio.
Tanto nel paramento a corsi pressoché regolari, quanto in quello a corsi regolari, non sarà tollerato l'impiego di scaglie nella faccia esterna; il combaciamento dei corsi dovrà avvenire per almeno un terzo della loro rientranza nelle facce di

posa, e non potrà essere mai minore di cm 10 nei giunti verticali. La rientranza dei singoli pezzi non sarà mai minore della loro altezza, né inferiore a cm 25; l'altezza minima dei corsi non dovrà essere mai minore di cm 20. In entrambi i paramenti a corsi, lo sfasamento di due giunti verticali consecutivi non dovrà essere minore di cm 10 e le connessioni avranno larghezza non maggiore di un centimetro. Per tutti i tipi di paramento le pietre dovranno mettersi in opera alternativamente di punta in modo da assicurare il collegamento col nucleo interno della muratura.
Per le murature con malta, quando questa avrà fatto convenientemente presa, le connessioni delle facce di paramento dovranno essere accuratamente stuccate. In tutte le specie di paramenti la stuccatura dovrà essere fatta raschiando preventivamente le connessioni fino a conveniente profondità per purgarle dalla malta, dalla polvere, e da qualunque altra materia estranea, lavandole con acqua abbondante e riempiendo quindi le connessioni stesse con nuova malta della qualità prescritta, curando che questa penetri bene dentro, comprimendola e lisciandola con apposito ferro, in modo che il contorno dei conci sui fronti del paramento, a lavoro finito, si disegni nettamente e senza sbavature.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO
La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite prelievi al fine accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore. I prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi verrà redatto apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla costruzione.
Per quanto concerne il collaudo dei materiali, i controlli in corso di lavorazione e le prove di carico e collaudo statico si fa riferimento a quanto prescritto dall'art. "Costruzione di murature – Generalità".

- Murature di mattoni

I mattoni, prima del loro impiego, dovranno essere bagnati fino a saturazione per immersione prolungata in appositi bagnaroli e mai per aspersione. Essi dovranno mettersi in opera con le connessioni alterate in corsi ben regolari e normali alla superficie esterna; saranno posati sopra un abbondante strato di malta e premuti sopra di esso in modo che la malta defluisca e riempia tutte le connessioni. La larghezza delle connessioni non dovrà essere maggiore di 8 né minore di 5 mm (tali spessori potranno variare in relazione della natura delle malte impiegate). I giunti non verranno rabboccati durante la costruzione per dare maggiore presa all'intonaco od alla stuccatura col ferro. Le malte da impiegarsi per la esecuzione di questa muratura dovranno essere passate al setaccio per evitare che i giunti fra mattoni riescano superiori al limite di tolleranza fissato. Le murature di rivestimento saranno fatte a corsi bene allineati e dovranno essere opportunamente ammorsate con la parte interna.
Se la muratura dovesse eseguirsi a paramento visto (cortina) si dovrà avere cura di scegliere per le facce esterne i mattoni di migliore cottura, meglio formati e di colore più uniforme, disponendoli con perfetta regolarità e ricorrenza nelle connessioni orizzontali alternando con precisione i giunti verticali.
In questo genere di paramento le connessioni di faccia vista non dovranno avere grossezza maggiore di 5 mm e previa loro raschiatura e pulitura, dovranno essere profilate con malta idraulica e di cemento, diligentemente compresse e lisciate con apposito ferro, senza sbavature.
Le sordine, gli archi, le piattabande e le volte dovranno essere costruite in modo che i mattoni siano sempre disposti in direzione normale alla curva dell'intradosso e le connessioni dei giunti non dovranno mai eccedere la larghezza di mm 5 all'intradosso e mm 10 all'estradosso.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO
La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite prelievi al fine accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore. I prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi verrà redatto apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla costruzione.
Per quanto concerne il collaudo dei materiali, i controlli in corso di lavorazione e le prove di carico e collaudo statico si fa riferimento a quanto prescritto dall'art. "Costruzione di murature – Generalità".

- Pareti di una testa ed un foglio con mattoni pieni e forati

Le pareti di una testa ed in foglio verranno eseguite con mattoni scelti, esclusi i rottami, i laterizi incompleti e quelli mancanti di qualche spigolo. Tutte le dette pareti saranno eseguite con le migliori regole dell'arte, a corsi orizzontali ed a perfetto filo, per evitare la necessità di forte impiego di malta per l'intonaco. Nelle pareti in foglio, quando la direzione dei lavori lo ordinasse, saranno introdotte nella costruzione intelaiature in legno attorno ai vani delle porte, allo scopo di poter fissare i serramenti del telaio, anziché alla parete, oppure ai lati od alla sommità delle pareti stesse, per il loro consolidamento, quando esse non arrivano fino ad un'altra parete od al soffitto. Quando una parete deve eseguirsi fin sotto al soffitto, la chiusura dell'ultimo corso sarà ben serrata, se occorre, dopo congruo tempo con scaglie e cemento.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO
La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite prelievi al fine accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore. I prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici

con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi verrà redatto apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla costruzione.
Per quanto concerne il collaudo dei materiali, i controlli in corso di lavorazione e le prove di carico e collaudo statico si fa riferimento a quanto prescritto dall'art. "Costruzione di murature – Generalità".

- Murature miste

La muratura mista di pietrame e mattoni dovrà progredire a strati orizzontali intercalando il numero richiesto di filari di mattoni ogni metro di altezza di muratura di pietrame. I filari dovranno essere estesi a tutta la grossezza del muro e disposti secondo piani orizzontali. Nelle murature miste per i fabbricati, oltre ai filari suddetti si debbono costruire in mattoni tutti gli angoli dei muri, i pilastri, i risalti e le incassature qualsiasi, le spallette e squarci delle aperture di porte e finestre, i parapetti delle finestre, gli archi di scarico, le volte, i voltini e le piattabande, l'ossatura delle cornici, le canne da fumo, le latrine, i condotti in genere, e qualunque altra parte di muro alla esecuzione della quale non si prestasse il pietrame, in conformità alle prescrizioni che potrà dare la direzione dei lavori all'atto esecutivo. Il collegamento delle due differenti strutture deve essere fatto nel migliore modo possibile ed in senso tanto orizzontale che verticale.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO
La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite prelievi al fine accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore. I prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi verrà redatto apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla costruzione.
Per quanto concerne il collaudo dei materiali, i controlli in corso di lavorazione e le prove di carico e collaudo statico si fa riferimento a quanto prescritto dall'art. "Costruzione di murature – Generalità".

- Murature di getto o calcestruzzo

Il calcestruzzo da impiegarsi per qualsiasi lavoro sarà messo in opera appena confezionato e disposto a strati orizzontali di altezza da cm 0 a 30, su tutta l'estensione della parte di opera che si esegue ad un tempo, ben battuto e costipato, per modo che non resti alcun vano nello spazio che deve contenerlo e nelle sua massa. Quando il calcestruzzo sia da collocare in opera entro cavi molto stretti od a pozzo esso dovrà essere calato nello scavo mediante secchi a ribaltamento. Solo nel caso di scavi molto larghi, la direzione dei lavori potrà consentire che il calcestruzzo venga gettato liberamente, nel qual caso prima del conguagliamento e della battitura deve, per ogni strato di cm 30 dall'altezza, essere ripreso dal fondo del cavo e rimpastato per rendere uniforme la miscela dei componenti. Quando il calcestruzzo sia d a calare sott'acqua, si dovranno impiegare tramogge, casse apribili e quegli altri mezzi d'immersione che la direzione dei lavori prescriverà, ed usare la diligenza necessaria ad impedire che, nel passare attraverso l'acqua, il calcestruzzo si dilavi con pregiudizio della sua consistenza. Finito che sia il getto, e spianata con ogni diligenza la superficie superiore, il calcestruzzo dovrà essere lasciato assodare per tutto il tempo che la direzione dei lavori stimerà necessario.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO
La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite prelievi al fine accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore. I prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi verrà redatto apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla costruzione.
Per quanto concerne il collaudo dei materiali, i controlli in corso di lavorazione e le prove di carico e collaudo statico si fa riferimento a quanto prescritto dall'art. "Costruzione di murature – Generalità".

- Integrazione e ripristino delle murature

Generalità – Nei lavori di risanamento delle murature di edifici antichi sarà buona norma privilegiare l'uso di tecniche edilizie che si riallacciano alla tradizione costruttiva riscontrabile nel manufatto in corso di recupero. Non dovranno, quindi, essere utilizzate indiscriminatamente le tecniche del moderno cantiere edilizio. Bisognerà evitare, soprattutto in presenza di decorazioni parietali, interventi traumatici e lesivi dell'originale continuità strutturale e l'utilizzo dei materiali diversi da quelli impiegati dall'antica tecnica costruttiva. Il ricorso a materiali analoghi agli originali, infatti, consente una più sicura integrazione dei nuovi elementi con il manufatto antico ed, inoltre, evita che si possa creare una discontinuità nelle resistenze fisiche chimiche e meccaniche.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO
La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite prelievi al fine accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore. I prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi verrà redatto apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla costruzione.
Per quanto concerne il collaudo dei materiali, i controlli in corso di lavorazione e le prove di carico e collaudo statico si fa riferimento a quanto prescritto dall'art. "Costruzione di murature – Generalità".

- Sarcitura delle murature mediante parziale sostituzione del materiale. Tecnica del "cuci e scuci"

L'obiettivo di questa lavorazione dovrà essere quello di ripristinare l'originaria continuità strutturale degli elementi murari degradati mediante una graduale sostituzione che non dovrà interrompere, nel corso dei lavori, la funzionalità statica della muratura. L'appaltatore, quindi, provvederà, delimitata la parte di muratura da sostituire, ad individuare le zone dei successivi interventi che dovranno essere alternati in modo da potere sempre disporre di un quantitativo sufficiente di muratura resistente. Aprirà una breccia nella prima zona d'intervento ricostruendo la porzione demolita con muratura di mattoni pieni (o della natura stabilita dagli elaborati di progetto) e malta magra di cemento o di calce idraulica, ammorsando da una parte la nuova struttura con la vecchia muratura resistente e dall'altra parte lasciando le ammorsature libere di ricevere la successiva muratura di sostituzione. Dovrà, in seguito, inserire a forza fra la nuova muratura e la sovrastante vecchia muratura dei cunei di legno da sostituire, solo a ritiro avvenuto, con mattoni e malta fluida fino a rifiuto. Queste operazioni andranno ripetute per tutte le zone d'intervento.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite prelievi al fine accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produtore. I prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi verrà redatto apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla costruzione.

Per quanto concerne il collaudo dei materiali, i controlli in corso di lavorazione e le prove di carico e collaudo statico si fa riferimento a quanto prescritto all'art. "Costruzione di murature – Generalità".

- Fissaggio dei paramenti originari

In presenza di porzioni superstiti di paramenti antichi aderenti alla muratura, sia essa costituita da laterizi, tufi, calcari, e comunque realizzata (opera reticolata, incerta, listata, quasi reticolata, mista, ecc.), l'appaltatore dovrà fare pulire accuratamente la superficie e rimuovere ogni sostanza estranea. Procederà, quindi, all'estrazione degli elementi smossi provvedendo alla loro pulizia e lavaggio ed alla preparazione dei piani di posa con una malta analoga all'originale additivata con agenti chimici solo dietro espressa richiesta della D.L. Eseguirà in seguito, la ricollocazione in opera degli elementi rimossi e la chiusura "sottoquadro" dei giunti mediante la stessa malta, avendo cura di sigillare le superfici d'attacco tra paramento e nucleo con malte preparate in modo idoneo. Se i paramenti dovessero risultare distaccati dal nucleo murario, l'appaltatore dovrà procedere come descritto precedentemente ripristinando la continuità strutturale tra paramento e nucleo mediante iniezioni di miscele fluide di malta a base di latte di calce e pozzolana vagliata e ventilata o altre mescole indicate dalla D.L. In presenza di piccole lacune o mancanze limitate a pochi elementi si potrà provvedere all'integrazione con materiale antico di recupero. Qualora si dovesse procedere alla ricostruzione di paramenti analoghi a quelli originali, detti paramenti verranno realizzati con materiali applicati in modo da distinguere la nuova esecuzione (sottoquadro, sopra quadro, inserimento di lamine di piombo, trattamento della superficie all'antica).

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite prelievi al fine accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore. I prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi verrà redatto apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla costruzione.

Per quanto concerne il collaudo dei materiali, i controlli in corso di lavorazione e le prove di carico e collaudo statico si fa riferimento a quanto prescritto dall'art. "Costruzione di murature – Generalità".

- Sigillatura delle teste dei muri

Per una buona conservazione delle strutture murarie, si dovrà prevedere la formazione di un volume di sacrificio sulla cresta delle murature. Tale volume si diversificherà a seconda del tipo, dello spessore e della natura della muratura. L'esecuzione di tale volume dovrà chiaramente distinguersi dalle strutture originarie pur accordandosi con esse. L'appaltatore provvederà alla risarcitura, al consolidamento ed alla limitata ricostruzione della struttura per la rettifica e l'integrazione delle lacune secondo i modi indicati per i nuclei e paramenti; quindi, procederà alla realizzazione di uno strato di conglomerato capace di sigillare e smaltire l'acqua piovana. Tale strato dovrà, in genere, essere eseguito armonizzando l'inerte, la pezzatura e la sagoma con l'originaria muratura sottostante mediante "bauletti" realizzati in "cocciopesto", malta bastarda e scaglie di mattoni, ecc. Si potranno additivare le malte con prodotti di sintesi chimica solo dietro autorizzazione della D.L.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite prelievi al fine accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore. I prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi verrà redatto apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla costruzione.

Per quanto concerne il collaudo dei materiali, i controlli in corso di lavorazione e le prove di carico e collaudo statico si fa riferimento a quanto prescritto dall'art. "Costruzione di murature – Generalità".

- Tagli delle murature con la seghe

L'appaltatore utilizzerà questo sistema preferibilmente per il taglio di murature composte da filari orizzontali e giunti di malta di spessore uguale o superiore al centimetro. A queste condizioni il taglio, che avrà quindi approssimativamente lo spessore della sega (circa 8 mm), potrà avvenire piuttosto agevolmente nell'ambito dello spessore del giunto di malta, eseguito a tratti orizzontali della lunghezza di circa un metro. La macchina, in funzione dei lavori da eseguire, può essere una piccola sega manuale oppure, per opere più impegnative, può essere costituita da un'apposita impalcatura fissa o un carrello su quattro ruote da fare scorrere rispettivamente in senso verticale o orizzontale su palanche parallele fissate all'impalcatura o poggiate al suolo ed opportunamente livellate. La sega a motore regolabile sarà, ove non prescritto diversamente, del tipo a catena fra due pulegge dentate.
Nell'eseguire i lavori l'appaltatore utilizzerà tutte le cautele per la salvaguardia dell'opera previste nell'articolo del seguente capitolato relativo alle demolizioni.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO
La direzione dei lavori potrà richiedere, a cura e spese dell'appaltatore, un controllo al fine di accertare se i lavori di taglio siano stati eseguiti senza arrecare danno alcuno alle strutture adiacenti. A tal fine potrà eseguire approfondite indagini strutturali o potrà richiedere, nei casi più delicati, il concomitante monitoraggio delle strutture adiacenti

- Tagli della muratura con carotatrici

In questo sistema il mezzo meccanico per il taglio è costituito da un carotiere ad asse orizzontale azionato da un motore elettrico. Il carotiere deve operare in completa assenza di vibrazioni tramite moto rotativo uniforme in grado di perforare murature di qualsiasi spessore e natura.
Il sistema di taglio prevede la realizzazione di una serie di perforazioni consecutive ed adiacenti, aventi il diametro richiesto per lo specifico taglio. Le parti di muratura residua dovranno essere asportate con una seconda serie di perforazioni. Il numero delle perforazioni da eseguire è conseguente al loro diametro. Con diametro medio di mm 30-35 si faranno quindici perforazioni per un taglio di lunghezza di circa cm 40-45. Una volta eseguito il taglio meccanico della muratura andrà effettuata la pulizia del segmento con aria compressa.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO
La direzione dei lavori potrà richiedere, a cura e spese dell'appaltatore, un controllo al fine di accertare se i lavori di taglio siano stati eseguiti senza arrecare danno alcuno alle strutture adiacenti. A tal fine potrà eseguire approfondite indagini strutturali o potrà richiedere, nei casi più delicati, il concomitante monitoraggio delle strutture adiacenti.

- Tagli della muratura con filo

Il sistema utilizzato è analogo a quello normalmente usato nelle cave per il taglio delle pietre e dei marmi; viene utilizzato anche per pareti in calcestruzzo di cemento armato. Questo sistema verrà utilizzato esclusivamente su pareti di elevato spessore, dove è impossibile utilizzare le normali seghe a catena.
La macchina è costituita da una grossa puleggia motrice che fa ruotare il filo segante e, nel contempo, lo tiene in tensione con un sistema idraulico che agisce sull'asse della stessa puleggia motrice.
Il grande vantaggio del sistema è costituito sia dalla massima riduzione vibrazioni legate a qualsiasi altro sistema di taglio meccanico che dalla completa assenza di rumorosità.
Nella realizzazione di queste opere l'appaltatore sarà tenuto ad utilizzare esclusivamente personale qualificato.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO
La direzione dei lavori potrà richiedere, a cura e spese dell'appaltatore, un controllo al fine di accertare se i lavori di taglio siano stati eseguiti senza arrecare danno alcuno alle strutture adiacenti. A tal fine potrà eseguire approfondite indagini strutturali o potrà richiedere, nei casi più delicati, il concomitante monitoraggio delle strutture adiacenti

- Consolidamento delle murature - Generalità

I lavori di consolidamento delle murature potranno essere effettuati ricorrendo alle più svariate tecniche anche specialistiche e ad alto livello tecnologico purché queste metodologie, a discrezione della D.L., vengano giudicate compatibili con la natura delle strutture antiche e siano chiaramente riconoscibili e distinguibili alla muratura originaria. Per quanto possibile tali lavori dovranno essere eseguiti in modo da garantire la reversibilità dell'intervento.
I lavori di consolidamento delle murature dovranno essere condotti, ove applicabili, nei modi stabiliti dal D.M. 2 luglio 1981 n. 198, dalle successive Circolari Ministeriali n. 21745 e n. 27690, da D.M. 27.07.1985 e dal D.M. 20 novembre 1987. Ove le opere di consolidamento dovessero rientrare nell'ambito di competenza e di applicazione del citato D.M. 20 novembre 1987, l'appaltatore sarà tenuto:
- ad eseguire, a suo carico, le verifiche di stabilità in essa previste affidandone la redazione ad un tecnico abilitato fornendone una relazione particolareggiata alla D.L. ed all'amministrazione appaltante nei termini stabiliti dall'art. "Oneri ed obblighi a carico dell'appaltatore" del presente capitolato;
- ad affidare la direzione della realizzazione dei lavori di consolidamento ad un tecnico abilitato comunicandone all'amministrazione il nominativo e la relativa accettazione dell'incarico;
- nei casi in cui esista il rischio di crolli e sussistono particolari condizioni di pericolo, ad eseguire i lavori in concomitanza di un efficiente sistema elettronico di monitoraggio strutturale.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite prelievi al fine accertare con le analisi più idonee se le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto e se i materiali hanno le caratteristiche dichiarate dal produttore.
I prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi verrà redatto apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi ai lavori di consolidamento.
I lavori potranno anche essere sottoposti, qualsiasi sia la loro natura a prove di carico statico secondo la normativa stabilita dal D.M. 11 marzo 1988.
Oltre alle prove di resistenza dei calcestruzzi e degli acciai previste dalle vigenti norme, la direzione dei lavori potrà richiedere prove non distruttive con metodi sonici in modo da individuare gli eventuali difetti e controllare la continuità dei getti.
Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi ai lavori di consolidamento.
a) Collaudo dei materiali
Quando i materiali destinati alla costruzione o alla riparazione di strutture provengono dagli stabilimenti di produzione per la successiva lavorazione o collocazione in cantiere, l'appaltatore ne darà comunicazione alla direzione dei lavori specificando, per ogni fornitura, la distinta dei pezzi, il relativo peso, la destinazione e la documentazione di accompagnamento con relativi attestati di controllo e la dichiarazione che il prodotto è costruito nel rispetto delle norme vigenti (certificati di qualificazione). La direzione dei lavori avrà la facoltà, ogni volta che lo riterrà opportuno, di prelevare dei campioni da sottoporre a prova presso laboratori di sua scelta al fine di verificarne la rispondenza alle norme di accettazione ed ai requisiti di progetto. Per i prodotti non qualificati la direzione dei lavori dovrà effettuare presso laboratori ufficiali tutte le prove meccaniche e chimiche in numero atto a fornire l'approfondita conoscenza delle proprietà di ogni lotto di fornitura. Tutti gli oneri relativi alle prove sono a carico dell'appaltatore.
b) Controlli in corso di lavorazione
L'appaltatore dovrà essere in grado di documentare la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti certificati di qualificazione, fornendone a richiesta della direzione dei lavori una copia. In ogni caso, alla direzione dei lavori sarà riservata la facoltà di eseguire nel corso delle lavorazioni tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli certificati, che le strutture siano conformi ai disegni di progetto e che siano eseguite a perfetta regola d'arte. Ogni volta che le strutture lavorate sono pronte per il collaudo, l'appaltatore informerà tempestivamente la direzione dei lavori che, entro 8 giorni, darà risposta fissando la data per il collaudo.
c) Prove di carico e collaudo statico
In seguito alla realizzazione dell'opera, prima di procedere ad eventuali opere di finitura, l'appaltatore sarà tenuto ad invitare la direzione dei lavori per un'accurata visita preliminare delle strutture al fine di accertare che queste siano state eseguite in conformità ai relativi disegni di progetto, alle buone regole d'arte e a tutte le prescrizioni del contratto. Si procederà quindi alle prove di carico e al collaudo statico delle strutture; operazioni che verranno condotte conformemente alle vigenti leggi, a cura e spese dell'appaltatore.

- Consolidamento mediante iniezioni a base di miscele leganti

Prima di dare inizio ai lavori, l'appaltatore dovrà eseguire un'attenta analisi della struttura al fine di determinare l'esatta localizzazione delle sue cavità. L'esame potrà essere effettuato mediante tecniche molto usuali come la percussione della muratura oppure ricorrendo a cartonaggi o, in relazione all'importanza delle strutture e dietro apposita prescrizione, ad indagini di tipo non distruttivo (termografie, ultrasuoni, ecc.). In seguito, l'appaltatore farà asportare lo strato di rivestimento per mettere a nudo la lesione e per meglio esaminare la consistenza del paramento murario. In presenza di murature in pietrame incerto sarà preferibile non togliere lo strato d'intonaco al fine di evitare l'eccessivo trasudamento della miscela legante. I punti su cui praticare i fori (in genere 2 o 3 ogni mq) verranno scelti dalla D.L. in base alla distribuzione delle fessure ad al tipo di struttura.
Nelle murature in pietrame, le perforazioni dovranno essere eseguite in corrispondenza dei punti di giunzione delle malte e ad una distanza che, in relazione alla compattezza del muro, potrà variare dai 60 agli 80 cm.
Nelle murature in mattoni pieni la distanza fra i fori non dovrà superare i 50 cm. Le perforazioni andranno eseguite distribuendole in modo che le aree delle singole iniezioni vadano a sovrapporsi; ciò si otterrà lasciando fuoriuscire, durante l'iniezione, la miscela dai tubicini "testimoni".
Durante questa lavorazione sarà necessario evitare che le sbavature vadano a rovinare in modo irreversibile l'integrità degli adiacenti strati di rivestimento. Per agevolare la diffusione della miscela, l'appaltatore dovrà praticare dei fori profondi quanto la metà dello spessore del muro. Se lo spessore risulterà inferiore a 60-70 cm, le iniezioni verranno effettuate su una sola faccia della struttura; se, invece, supererà i 70 cm si dovrà lavorare su ambedue le facce; se lo spessore dovesse essere ancora maggiore (1,5-2,0 ml), o se risultasse impossibile iniettare su entrambi i lati, si dovrà perforare la muratura da un solo lato fino a raggiungere i 2/3 della profondità del muro.
Se la muratura sarà in mattoni pieni, per distribuire meglio la miscela e per interessare i diversi strati orizzontali di malta, andranno praticate perforazioni inclinate di almeno 45 gradi verso il basso fino a raggiungere una profondità di 30-40 cm.
Gli ugelli di iniezione ed i tubicini "testimone" andranno cementati con la stessa miscela d'iniezione resa più densa. Tutte le lesioni e le eventuali sconnessioni fra conci saranno stuccate in modo da non permettere la fuoriuscita della miscela legante. Prima di iniettare la miscela, dovrà essere effettuato un prelavaggio delle sezioni filtranti sia al fine di

saturare la massa muraria sia di mantenere la densità della miscela sia di visualizzare, mediante, l'umidità risorgente dagli intonaci, l'estensione delle zone da trattare e l'esistenza di eventuali lesioni non visibili.
Il lavaggio dovrà essere eseguito con acqua pura e priva di materie terrose; durante la fase del lavaggio andranno effettuate le operazioni supplementari di rinzaffo, stilatura dei giunti e sigillatura delle lesioni.
La trasfusione delle miscele leganti all'interno dei fori sarà eseguita a pressione controllata; solo dietro prescrizione della D.L. si dovrà fare ricorso ad un'idonea pompa a mano o automatica provvista di un manometro di facile lettura. La miscela, d'idonea consistenza e composizione, dovrà essere omogenea, ben amalgamata ed esente da grumi ed impurità. Se il dissesto sarà limitato ed una zona ristretta, dovranno essere risanate, con una pressione non troppo elevata, prima le parti più danneggiate ed inseguito, utilizzando una pressione maggiore, le rimanenti zone.
Dopo un preconsolidamento, che sarà eseguito colando mediante un imbuto una boiacca molto fluida, andranno effettuate le iniezioni procedendo con simmetria dal basso verso l'alto al fine di evitare pericolosi squilibri di peso e conseguenti alterazioni nella statica della struttura. La miscela andrà iniettata, in relazione alla consistenza della muratura, mediante una pressione di circa 0,5-1,0 kg/cmq che servirà ad agevolare il drenaggio e ad otturare con il ritorno elastico i fori. Occorrerà, inoltre, in relazione alla quota del piano di posa delle attrezzature, aumentare la pressione d'immissione di 1/2 atmosfera ogni 3 ml di dislivello in modo da bilanciare la pressione idrostatica. La pressione dovrà essere mantenuta costante fino a quando la miscela non sarà fuori uscita dai fori adiacenti o dai tubicini "testimoni". Dopo l'indurimento della miscela, gli ugelli saranno dismessi ed i fori sigillati con la malta appropriata. Negli edifici a diversi piani, le iniezioni dovranno essere praticate a partire dal piano più basso.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO
La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite prelievi al fine accertare con le analisi più idonee se le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto e se i materiali hanno le caratteristiche dichiarate dal produttore.
I prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi verrà redatto apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi ai lavori di consolidamento.
I lavori potranno anche essere sottoposti, qualsiasi sia la loro natura a prove di carico statico secondo la normativa stabilita dal D.M. 11 marzo 1988.
Oltre alle prove di resistenza dei calcestruzzi e degli acciai previste dalle vigenti norme, la direzione dei lavori potrà richiedere prove non distruttive con metodi sonici in modo da individuare gli eventuali difetti e controllare la continuità dei getti.
Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi ai lavori di consolidamento. Per quanto concerne il collaudo dei materiali, i controlli in corso di lavorazione e le prove di carico e collaudo statico si fa riferimento a quanto prescritto dall'art. "Consolidamento delle murature – Generalità".

- *Consolidamento mediante iniezioni armate*

Le modalità operative, simili a quelle previste per le iniezioni di malte leganti, avranno la finalità di assicurare alla muratura un consistente aumento della resistenza agli sforzi di trazione. Durante i lavori di consolidamento, l'appaltatore dovrà inserire nei fori delle barre metalliche opportunamente distanziate il cui schema distributivo, l'inclinazione ed il calibro saranno scelti dalla D.L. in funzione dei dissesti riscontrati dall'esame del quadro fessurativo dell'edificio o delle variazioni, apportate nel corso dei lavori agli equilibri dei carichi.
I lavori dovranno essere condotti in modo da realizzare, all'interno della muratura, una struttura solidamente interconnessa. Le armature saranno costituite da tondini in acciaio inossidabile, normali o ad aderenze migliorata, con le dimensioni prescritte dagli elaborati di progetto o ordinate dalla D.L.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO
La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite prelievi al fine accertare con le analisi più idonee se le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto e se i materiali hanno le caratteristiche dichiarate dal produttore.
I prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi verrà redatto apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi ai lavori di consolidamento.
I lavori potranno anche essere sottoposti, qualsiasi sia la loro natura a prove di carico statico secondo la normativa stabilita dal D.M. 11 marzo 1988.
Oltre alle prove di resistenza dei calcestruzzi e degli acciai previste dalle vigenti norme, la direzione dei lavori potrà richiedere prove non distruttive con metodi sonici in modo da individuare gli eventuali difetti e controllare la continuità dei getti.
Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi ai lavori di consolidamento. Per quanto concerne il collaudo dei materiali, i controlli in corso di lavorazione e le prove di carico e collaudo statico si fa riferimento a quanto prescritto dall'art. "Consolidamento delle murature – Generalità".

- *Consolidamento mediante paretine di contenimento*

Questo tipo di consolidamento, particolarmente efficace per strutture molto degradate, verrà eseguito facendo aderire su ambedue i lati della superficie muraria delle lastre cementizie gettate in opera su dei reticoli elettrosaldati da collegare tramite tondini d'acciaio.

L’appaltatore, quindi, dovrà demolire, dietro autorizzazione della D.L., i vecchi intonaci, i rivestimenti parietali, le parti incoerenti ed in fase di distacco fino a raggiungere la parte sana della struttura. Le lesioni andranno ripulite, allargate e spolverate con l’aiuto di un forte getto d’aria compressa. Saranno eseguite delle perforazioni in senso obliquo (almeno 6 per m) e passanti al cui interno verranno collocati i tondini di acciaio, del tipo e del diametro richiesto dagli elaborati di progetto o ordinato dalla D.L. (minimo 4-6 mm), lasciandoli sporgere dalla struttura per almeno 10 cm da ogni lato. Si dovranno stuccare, quindi, le lesioni, fessure o parti di struttura situate sotto i fori con la malta prescritta e posizionare, su ambedue i lati del muro, reti elettrosaldate con diametro e maglia richiesti dagli elaborati di progetto o comandati dalla D.L., avendo cura di rivoltarle per almeno 50 cm in corrispondenza degli spigoli laterali. Le reti, inoltre, andranno saldamente collegate alle barre.
Sulla struttura preventivamente bagnata sarà applicato uno strato di malta la cui natura, preparazione e formulazione dovranno essere quelle prescritte dal progetto o dalla D.L. L’appaltatore dovrà tenere presente che:
– per ottenere spessori intorno ai 5-10 cm dovrà ricorrere al getto in casseformi
– per ottenere spessori intorno ai 3-5 cm dovrà applicare la malta manualmente
– per ottenere spessori inferiori ai 3 cm dovrà metterla in opera a spruzzo.
La scelta dello spessore e del conseguente sistema di posa in opera dovrà essere rapportata al degrado della struttura ed al tipo di sollecitazioni cui è sottoposta. Per la sarcitura di lesioni isolate, anche di consistente spessore, in corrispondenza degli angoli fra strutture ortogonali di cantonali, d’incroci e martelli di muratura oppure in corrispondenza di aperture, la rete elettrosaldata potrà essere usata in strisce di 60-80 cm e, una volta posizionata su ambedue i lati del muro, collegata con tondini passanti attraverso le lesioni precedentemente scarnite e pulite da parti incoerenti. La malta da utilizzare per sarcire le lesioni, salvo diverse prescrizioni della D.L., dovrà essere di tipo antiritiro o espansivo.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO
La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite prelievi al fine accertare con le analisi più idonee se le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto e se i materiali hanno le caratteristiche dichiarate dal produttore.
I prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi verrà redatto apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell’appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi ai lavori di consolidamento.
I lavori potranno anche essere sottoposti, qualsiasi sia la loro natura a prove di carico statico secondo la normativa stabilita dal D.M. 11 marzo 1988.
Oltre alle prove di resistenza dei calcestruzzi e degli acciai previste dalle vigenti norme, la direzione dei lavori potrà richiedere prove non distruttive con metodi sonici in modo da individuare gli eventuali difetti e controllare la continuità dei getti.
Tutti gli oneri sono a carico dell’appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi ai lavori di consolidamento. Per quanto concerne il collaudo dei materiali, i controlli in corso di lavorazione e le prove di carico e collaudo statico si fa riferimento a quanto prescritto dall’art. “Consolidamento delle murature – Generalità”.

- Consolidamento mediante tiranti metallici

I tiranti metallici dovranno essere applicati all’interno della muratura e fissati all’estremità con piastre atte alla distribuzione dei carichi. Una volta segnati i livelli e gli assi dei tiranti, l’appaltatore dovrà preparare la sede di posa dei tiranti mediante l’utilizzo di sonde esclusivamente rotative del diametro prescritto al fine di evitare ogni possibile disturbo all’equilibrio della struttura dissestata. Nel caso si dovesse preparare la sede di posa dei tiranti in aderenza ai paramenti esterni, l’appaltatore dovrà praticare nella muratura delle scanalature le cui sezioni, prescritte dagli elaborati di progetto, siano atte a contenere i piani di posa dei tiranti e delle piastre di ripartizione e le cui aree d’appoggio dovranno essere spianate con un getto di malta antiritiro.
I tiranti, una volta tagliati e filettati per circa 10 cm da ogni lato, andranno posti in opera e fissati alle piastre (dalle dimensioni e spesso prescritti) mediante dadi filettati avendo cura di predisporre, se richiesto, delle guaine protettive. Dopo l’indurimento delle malte usate per i piani di posa delle piastre, l’appaltatore, ove richiesto, metterà in tensione i tiranti mediante chiavi dinamometriche in modo che la tensione applicata non superi il 50% di quella ammissibile dal cavo d’acciaio. Infine, si salderanno i dadi filettati. La sede di posa dei tiranti, se posta all’interno della struttura, potrà essere riempita, dietro prescrizione della D.L., ricorrendo ad iniezioni di malte reoplastiche o di prodotti sintetici mentre le scanalature andranno sigillate con malta e rifiniti in modo da non compromettere l’aspetto del paramento murario.
Per garantire alla struttura le migliori prestazioni statiche, i tiranti orizzontali dovranno essere posizionati in corrispondenza dei solai o di altre strutture orizzontali mentre lo spazio fra due tiranti contigui dovrà essere ridotto al minimo. Il posizionamento delle piastre d’ancoraggio dovrà essere effettuato secondo le prescrizioni del progetto o della D.L.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO
La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite prelievi al fine accertare con le analisi più idonee se le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto e se i materiali hanno le caratteristiche dichiarate dal produttore.
I prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi verrà redatto apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell’appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi ai lavori di consolidamento.

I lavori potranno anche essere sottoposti, qualsiasi sia la loro natura a prove di carico statico secondo la normativa stabilita dal D.M. 11 marzo 1988.
Oltre alle prove di resistenza dei calcestruzzi e degli acciai previste dalle vigenti norme, la direzione dei lavori potrà richiedere prove non distruttive con metodi sonici in modo da individuare gli eventuali difetti e controllare la continuità dei getti.
Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi ai lavori di consolidamento. Per quanto concerne il collaudo dei materiali, i controlli in corso di lavorazione e le prove di carico e collaudo statico si fa riferimento a quanto prescritto dall'art. "Consolidamento delle murature – Generalità".

- *Consolidamento tramite incatenamenti e collegamenti*

Conformemente alle prescrizioni degli elaborati di progetto l'appaltatore collegherà tutti i muri al livello dei solai mediante cordoli e, tra di loro, mediante ammorsamenti lungo le intersezioni verticali. Inoltre essi saranno collegati da opportuni incatenamenti al livello dei solai. Nella direzione di tessitura dei solai la funzione di collegamento potrà essere espletata dai solai stessi purché adeguatamente ancorati alla muratura.
Il collegamento tra la fondazione e la struttura in elevazione dovrà essere realizzato mediante cordolo in c.a. disposto alla base di tutte le murature verticali resistenti, di spessore pari a quello della muratura di fondazione e di altezza non inferiore alla metà di detto spessore.
Gli incatenamenti orizzontali interni, aventi lo scopo di collegare i muri paralleli della scatola muraria ai livelli dei solai, devono essere realizzati, conformemente alle prescrizioni degli elaborati di progetto, tramite armature metalliche. Questi incatenamenti dovranno avere le estremità efficacemente ancorate ai cordoli.
Nella direzione di tessitura del solaio possono essere omessi gli incatenamenti quando il collegamento è assicurato dal solaio stesso. In direzione ortogonale al senso di tessitura del solaio gli incatenamenti orizzontali saranno obbligatori per solai con luce superiore ai 4,5 m e saranno costituiti da armature con una sezione totale pari a 4 cm^2 per ogni campo di solaio.
Ove previsti dagli elaborati di progetto, l'appaltatore realizzerà tutti i collegamenti prescritti fra i diversi elementi strutturali (travi dei solai con le murature, travi dei solai con le travi dei solai adiacenti, travi di copertura con cordolo di copertura, ecc.) costruendo e collocando in opera piccoli tiranti metallici dotati di tutti gli elementi di raccordo (piastre, zanche, viti, bulloni, ecc.) e realizzando tutte le opere di contorno (piccole demolizioni, perforazioni, sigillature, ecc.) che si rendono necessarie per dare il lavoro compiuto conformemente alle prescrizioni della D.L.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO
La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite prelievi al fine accertare con le analisi più idonee se le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto e se i materiali hanno le caratteristiche dichiarate dal produttore.
I prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi verrà redatto apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi ai lavori di consolidamento.
I lavori potranno anche essere sottoposti, qualsiasi sia la loro natura a prove di carico statico secondo la normativa stabilita dal D.M. 11 marzo 1988.
Oltre alle prove di resistenza dei calcestruzzi e degli acciai previste dalle vigenti norme, la direzione dei lavori potrà richiedere prove non distruttive con metodi sonici in modo da individuare gli eventuali difetti e controllare la continuità dei getti.
Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi ai lavori di consolidamento. Per quanto concerne il collaudo dei materiali, i controlli in corso di lavorazione e le prove di carico e collaudo statico si fa riferimento a quanto prescritto dall'art. "Consolidamento delle murature – Generalità".

- *Consolidamento mediante inserimento di cordoli in calcestruzzo di cemento armato*

Nell'esecuzione di strutture in calcestruzzo di cemento armato l'appaltatore dovrà fornire le verifiche ed i calcoli prescritti dagli artt. "Generalità" nella sezione "Consolidamento delle murature e "Oneri ed obblighi a carico dell'appaltatore". Dovrà realizzare le opere conformemente alle prescrizioni dell'art. "Murature di getto o calcestruzzi" utilizzando, tranne diverse prescrizioni, le miscele di cui all'art. "Malte e calcestruzzi" ed gli additivi aventi le caratteristiche di cui agli artt. "Materiali diversi" e "Malte additivate".
Cordoli:
I cordoli realizzati in cemento armato, in riferimento alle prescrizioni del punto C.5, lettera *d)* del D.M. 16 gennaio 1996, al fine di garantire l'efficacia di collegamento tra le strutture resistenti verticali ed orizzontali, devono essere realizzati rispettando le seguenti indicazioni:
– i cordoli, in corrispondenza dei solai di piano e di copertura devono avere larghezza pari a quella della muratura sottostante; è consentita una riduzione di larghezza fino a 6 cm per l'arretramento del filo esterno, per la realizzazione di elementi di coibentazione termica o di fasce marcapiano. L'altezza di detti cordoli deve essere almeno pari a quella del solaio, e comunque non inferiore a 15 cm l'armatura longitudinale deve essere costituita da ferri con diametro non inferiore a 16 mm e da staffe con diametro non inferiore a 6 mm poste ad interasse non superiore a 25 cm;
– nei solai le travi metalliche e i travetti prefabbricati devono essere prolungati nel cordolo per una lunghezza non inferiore alla metà della larghezza del cordolo stesso e comunque non inferiore a 12 cm; le travi metalliche devono essere munite di appositi ancoraggi.

La norma inoltre prescrive, in corrispondenza degli incroci d'angolo dei muri maestri perimetrali, zone di muratura su entrambi i lati di lunghezza pari ad almeno 1,00 m; tali lunghezze si intendono comprensive dello spessore del muro ortogonale.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite prelievi al fine accertare con le analisi più idonee se le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto e se i materiali hanno le caratteristiche dichiarate dal produttore.

I prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi verrà redatto apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi ai lavori di consolidamento.

I lavori potranno anche essere sottoposti, qualsiasi sia la loro natura a prove di carico statico secondo la normativa stabilita dal D.M. 11 marzo 1988.

Oltre alle prove di resistenza dei calcestruzzi e degli acciai previste dalle vigenti norme, la direzione dei lavori potrà richiedere prove non distruttive con metodi sonici in modo da individuare gli eventuali difetti e controllare la continuità dei getti.

Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi ai lavori di consolidamento. Per quanto concerne il collaudo dei materiali, i controlli in corso di lavorazione e le prove di carico e collaudo statico si fa riferimento a quanto prescritto dall'art. "Consolidamento delle murature – Generalità".

- *Costruzione delle volte*

Le volte in genere saranno costituite sopra solide armature, formate secondo le migliori regole, ed in guisa che il manto o tamburo assuma la conformazione assegnata all'intradosso degli archi, volte o piattabande, salvo a tenere conto di quel tanto in più, nel sesto delle centine, che si crederà necessario a compenso del presumibile abbassamento della volta dopo il disarmo.

È data facoltà all'appaltatore di adottare nella formazione delle armature suddette quel sistema che crederà di sua convenienza, purchè, presenti la necessaria stabilità e sicurezza, avendo l'appaltatore l'intera responsabilità della loro riuscita, con l'obbligo di demolire e rifare a sue spese i volti che, in seguito al disarmo, avessero a deformarsi o a perdere la voluta robustezza.

Ultimata l'armatura e diligentemente preparate le superfici d'imposta delle volte, saranno collocati in opera i conci di pietra od i mattoni con le connessioni disposte nella direzione precisa dei successivi raggi di curvatura dell'intradosso, curando di far procedere la costruzione gradatamente e di conserva sui due fianchi. Dovranno inoltre essere sovraccaricate le centine alla chiave per impedire lo sfiancamento, impiegando a tal uopo lo stesso materiale destinato alla costruzione della volta. In quanto alle connessioni saranno mantenuti i limiti di larghezza fissati negli articoli precedenti secondo le diverse categorie di muratura. Per le volte di pietrame si impiegheranno pietre di forma, per quanto possibile, regolari, aventi letti di posa o naturalmente piani o resi grossolanamente tali con la mazza o col martello.

Nelle volte con mattoni di forma ordinaria le connessioni non dovranno mai eccedere la larghezza di 5 mm all'intradosso e di 10 all'estradosso. A tal uopo l'appaltatore per le volte di piccolo raggio è obbligato, senza diritto ad alcun compenso speciale, a tagliare diligentemente i mattoni per renderli cuneiformi, ovvero a provvedere, pure senza speciale compenso, mattoni speciali lavorati a raggio. Si avrà la maggiore cura tanto nella scelta dei materiali, quanto nel loro collocamento in opera, e nell'unire con malta gli ultimi filari alla chiave si useranno i migliori metodi suggeriti dall'arte, onde abbia a risultare un lavoro in ogni parte perfetto.

Le imposte degli archi, piattabande e volte, dovranno essere eseguite contemporaneamente ai muri e dovranno riuscire bene collegate ad esse. La larghezza delle imposte stesse non dovrà in nessun caso essere inferiore a cm 20. Occorrendo impostare volte od archi su piedritti esistenti, si dovranno preparare preventivamente i piani di imposta mediante i lavori che saranno necessari, e che sono compresi fra gli oneri a carico dell'appaltatore. Per le volte oblique, i mattoni debbono essere tagliati sulle teste e disposti giusta la linea dell'apparecchio prescritto.

Nelle murature di mattoni pieni, messi in foglio o di costa, murati con cemento a pronta presa per formazione di volte a botte, a schifo, a crociera, a padiglione, a vela, ecc., e per le volte di scale alla romana, saranno seguite tutte le norme e cautele che l'arte specializzata prescrive, in modo da ottenere una perfetta riuscita dei lavori.

Sulle volte saranno formati i regolari rinfianchi fino al livello dell'estradosso in chiave, con buona muratura in malta in corrispondenza delle pareti superiori e con calcestruzzo per il resto. Le sopraindicate volte in foglio dovranno essere rinforzate, ove occorra, da ghiere o fasce della grossezza di una testa di mattoni collegate alla volta durante la costruzione.

Per le volte e gli archi di qualsiasi natura l'appaltatore non procederà al disarmo senza il preventivo assenso della direzione dei lavori. Le centinature saranno abbassate lentamente ed uniformemente per tutta la larghezza, evitando soprattutto che da una parte il volto rimanga privo di appoggio, mentre, per l'altra si trovi tuttavia sostenuto dall'armatura.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite prelievi al fine accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore.

I prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi verrà redatto apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla costruzione.

I lavori potranno anche essere sottoposti, qualsiasi sia la loro natura a prove di carico statico secondo la normativa stabilita dal D.M. 11 marzo 1988.
Oltre alle prove di resistenza dei calcestruzzi e degli acciai previste dalle vigenti norme, la direzione dei lavori potrà richiedere prove non distruttive con metodi sonici in modo da individuare gli eventuali difetti e controllare la continuità dei getti.
Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi ai lavori.
a) Collaudo dei materiali
Quando i materiali destinati alla costruzione o alla riparazione di strutture provengono dagli stabilimenti di produzione per la successiva lavorazione o collocazione in cantiere, l'appaltatore ne darà comunicazione alla direzione dei lavori specificando, per ogni fornitura, la distinta dei pezzi, il relativo peso, la destinazione e la documentazione di accompagnamento con relativi attestati di controllo e la dichiarazione che il prodotto è costruito nel rispetto delle norme vigenti (certificati di qualificazione). La direzione dei lavori avrà la facoltà, ogni volta che lo riterrà opportuno, di prelevare dei campioni da sottoporre a prova presso laboratori di sua scelta al fine di verificarne la rispondenza alle norme di accettazione ed ai requisiti di progetto. Per i prodotti non qualificati la direzione dei lavori dovrà effettuare presso laboratori ufficiali tutte le prove meccaniche e chimiche in numero atto a fornire l'approfondita conoscenza delle proprietà di ogni lotto di fornitura. Tutti gli oneri relativi alle prove sono a carico dell'appaltatore.
b) Controlli in corso di lavorazione
L'appaltatore dovrà essere in grado di documentare la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti certificati di qualificazione, fornendone a richiesta della direzione dei lavori una copia. In ogni caso, alla direzione dei lavori sarà riservata la facoltà di eseguire nel corso delle lavorazioni tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli certificati, che le strutture siano conformi ai disegni di progetto e che siano eseguite a perfetta regola d'arte. Ogni volta che le strutture lavorate sono pronte per il collaudo, l'appaltatore informerà tempestivamente la direzione dei lavori che, entro 8 giorni, darà risposta fissando la data per il collaudo.
c) Prove di carico e collaudo statico
In seguito alla realizzazione dell'opera, prima di procedere ad eventuali opere di finitura, l'appaltatore sarà tenuto ad invitare la direzione dei lavori per un'accurata visita preliminare delle strutture al fine di accertare che queste siano state eseguite in conformità ai relativi disegni di progetto, alle buone regole d'arte e a tutte le prescrizioni del contratto. Si procederà quindi alle prove di carico e al collaudo statico delle strutture; operazioni che verranno condotte conformemente alle vigenti leggi, a cura e spese dell'appaltatore.

- Costruzione dei solai

Le coperture degli ambienti e dei vani potranno essere eseguite, a seconda degli ordini della direzione dei lavori, con solai di uno dei tipi descritti appresso. La direzione dei lavori ha la facoltà di prescrivere il sistema e tipo di solaio di ogni ambiente e per ogni tipo di solaio esse stabilirà anche il sovraccarico accidentale da considerare e l'appaltatore dovrà senza eccezioni eseguire le prescrizioni della direzione dei lavori.
L'appaltatore dovrà provvedere ad assicurare solidamente alla faccia inferiore di tutti i solai ganci di ferro appendi lumi nel numero, forma e posizione che, a sua richiesta sarà precisato dalla direzione dei lavori.
a) Solai su travi e travicelli di legno – Le travi principali a quattro fili di legno (forniti nell'essenza prescritta) avranno le dimensioni e le distanze che saranno indicate in relazione alla luce ed al sovraccarico. I travicelli di cm 8 per 10 (forniti nell'essenza prescritta), pure a quattro fili, saranno collocati alla distanza, fra asse ed asse, corrispondente alla lunghezza delle tavelle che devono essere collocate su di essi. I vani sui travi, fra i travicelli, dovranno essere riempiti di muratura, e sull'estradosso delle tavelle deve essere disteso uno strato di calcestruzzo magro di calce idraulica formato con ghiaia fine.
b) Solai su travi di ferro a doppio T (putrelle) con voltine di mattoni (pieni o forati) o con elementi laterizi interposti – Questi solai saranno composti delle putrelle, dei copriferri, delle voltine in mattoni (pieni o forati) o dei tavelloni o delle volterrane ed infine del riempimento.
Le putrelle saranno delle dimensioni fissate volta per volta dalla direzione dei lavori e collocate alla distanza, tra asse ed asse, che verrà prescritta; in ogni caso tale distanza non sarà superiore ad un metro. Prima del loro collocamento in opera dovranno essere colorate a minio di piombo e forate per l'applicazione delle chiavi, dei tiranti e dei tondini di armatura delle piattabande.
Le chiavi saranno applicate agli estremi delle putrelle alternativamente (e cioè una con le chiavi e la successiva senza), e i tiranti trasversali, per le travi lunghe più di 5 metri, a distanza non maggiore di m 2,50, le voltine di mattoni pieni o forati, saranno eseguite ad una testa in malte comune od in foglio con malta di cemento a rapida presa, con una freccia variabile fra cinque e dieci centimetri.
Quando la freccia è superiore ai cm 5 dovranno intercalarsi fra i mattoni delle voltine delle grappe in ferro per meglio assicurare l'aderenza della malta di riempimento dell'intradosso.
I tavelloni e le volterrane saranno appoggiati alle travi con l'interposizione di copriferri.
Le voltine di mattoni, le volterrane ed i tavelloni, saranno poi rinfiancate sino all'altezza dell'ala superiore della trave e dell'estradosso delle voltine e volterrane, se più alto, con scoria leggera di fornace o pietra pomice, convenientemente crivellata e depurata da ogni materiale pesante, impastata con malta magra fino ad intasamento completo. Quando la faccia inferiore dei tavelloni o volterrane debba essere intonacata sarà opportuno applicarvi preventivamente una sbuffatura di malta cementizia ad evitare distacchi dell'intonaco stesso.

c) Solai in cemento armato – Per tali solai si richiamano tutte le norme e prescrizioni per l'esecuzione delle opere in cemento armato, contenute nel presente capitolato.
d) Solai di tipo misto in cemento armato ed elementi laterizi forati – I laterizi dei solai di tipo misto in cemento armato, quando abbiamo funzione statica, dovranno rispondere alle seguenti prescrizioni di cui al Decreto Ministeriale 27.07.85, allegato 7 punto 7.
In particolare devono:

1. essere conformati in modo che le loro parti resistenti a pressione vengano nella posa a collegarsi tra di loro così da assicurare una uniforme trasmissione degli sforzi di pressione dall'uno all'altro elemento;
2. ove sia disposta una soletta di calcestruzzo staticamente integrativa di quella in laterizio, quest'ultima deve avere forma e finiture tali da assicurare la perfetta aderenza tra i due materiali, ai fini della trasmissione degli sforzi di scorrimento;
3. il carico di rottura a pressione semplice riferito alla sezione netta delle pareti e delle costolature non deve risultare inferiore a kg 350 per cmq e quello a trazione, dedotto con la prova di flessione, non minore di kg 50 per cmq;
4. qualsiasi superficie metallica deve risultare circondata da una massa di cemento che abbia in ogni direzione spessore non minore di un centimetro;
5. per la confezione a pie' d'opera di travi in laterizio armato, l'impasto di malta di cemento deve essere formato con non meno di 6 quintali di cemento per mc. di sabbia viva.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO
La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite prelievi al fine accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore.
I prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi verrà redatto apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla costruzione.
I lavori potranno anche essere sottoposti, qualsiasi sia la loro natura a prove di carico statico secondo la normativa stabilita dal D.M. 11 marzo 1988.
Oltre alle prove di resistenza dei calcestruzzi e degli acciai previste dalle vigenti norme, la direzione dei lavori potrà richiedere prove non distruttive con metodi sonici in modo da individuare gli eventuali difetti e controllare la continuità dei getti.
Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi ai lavori.
a) Collaudo dei materiali
Quando i materiali destinati alla costruzione o alla riparazione di strutture provengono dagli stabilimenti di produzione per la successiva lavorazione o collocazione in cantiere, l'appaltatore ne darà comunicazione alla direzione dei lavori specificando, per ogni fornitura, la distinta dei pezzi, il relativo peso, la destinazione e la documentazione di accompagnamento con relativi attestati di controllo e la dichiarazione che il prodotto è costruito nel rispetto delle norme vigenti (certificati di qualificazione). La direzione dei lavori avrà la facoltà, ogni volta che lo riterrà opportuno, di prelevare dei campioni da sottoporre a prova presso laboratori di sua scelta al fine di verificarne la rispondenza alle norme di accettazione ed ai requisiti di progetto. Per i prodotti non qualificati la direzione dei lavori dovrà effettuare presso laboratori ufficiali tutte le prove meccaniche e chimiche in numero atto a fornire l'approfondita conoscenza delle proprietà di ogni lotto di fornitura. Tutti gli oneri relativi alle prove sono a carico dell'appaltatore.
b) Controlli in corso di lavorazione
L'appaltatore dovrà essere in grado di documentare la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti certificati di qualificazione, fornendone a richiesta della direzione dei lavori una copia. In ogni caso, alla direzione dei lavori sarà riservata la facoltà di eseguire nel corso delle lavorazioni tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli certificati, che le strutture siano conformi ai disegni di progetto e che siano eseguite a perfetta regola d'arte. Ogni volta che le strutture lavorate sono pronte per il collaudo, l'appaltatore informerà tempestivamente la direzione dei lavori che, entro 8 giorni, darà risposta fissando la data per il collaudo.
c) Prove di carico e collaudo statico
In seguito alla realizzazione dell'opera, prima di procedere ad eventuali opere di finitura, l'appaltatore sarà tenuto ad invitare la direzione dei lavori per un'accurata visita preliminare delle strutture al fine di accertare che queste siano state eseguite in conformità ai relativi disegni di progetto, alle buone regole d'arte e a tutte le prescrizioni del contratto. Si procederà quindi alle prove di carico e al collaudo statico delle strutture; operazioni che verranno condotte conformemente alle vigenti leggi, a cura e spese dell'appaltatore.

- *Controsoffitti*

Tutti i controsoffitti in genere dovranno eseguirsi con cure particolari allo scopo di ottenere superfici esattamente orizzontali (od anche sagomate secondo le prescritte centine), senza ondulazioni od altri difetti e di evitare in modo assoluto la formazione, in un tempo più o meno prossimo, di crepe o distacchi dell'intonaco.
Al manifestarsi di tali screpolature la direzione dei lavori avrà facoltà, a suo insindacabile giudizio, di ordinare all'appaltatore il rifacimento a carico di quest'ultimo, dell'intero controsoffitto con l'onere del ripristino di ogni altra opera già eseguita (stucchi, tinteggiature, ecc.).
Dalle facce inferiori di tutti i controsoffitti dovranno sporgere i ganci di ferro appendi lumi. Tutti i legnami impiegati per qualsiasi scopo nei controsoffitti dovranno essere abbondantemente spalmati di carbolineo su tutte le facce. La

direzione dei lavori potrà prescrivere anche la predisposizione di adatte griglie o sfiatatoi in metallo per la ventilazione dei vani racchiusi da controsoffitti.

a) Controsoffitto in rete metallica (camera canna) – I controsoffitti in rete metallica saranno composti:

1. dell'armatura principale retta o centinata in legno di abete, formata con semplici costoloni di cm 6 x 12, oppure con centine composte di due o tre tavole sovrapposte ed insieme collegate ad interasse di cm 100;
2. dell'orditura di correntini in abete della sezione di cm 4 x 4 posti alla distanza di cm 30 gli uni dagli altri e fissati solidamente con chiodi e reggette alle centine ed ai costoloni di cui sopra ed incassati ai lati entro le murature in modo da assicurare l'immobilità;
3. della rete metallica, in filo di ferro lucido del diametro di mm 1 circa, con maglie di circa mm 15 di lato, che sarà fissata all'orditura di correntini con opportune grappette;
4. del rinzaffo di malta bastarda o malta di cemento, secondo quanto prescritto, la quale deve risalire superiormente alla rete;
5. dell'intonaco (eseguito con malta comune di calce e sabbia e incollato a colla di malta fina) steso con le dovute cautele e con le migliori regole dell'arte perché riesca del minore spessore possibile, con superficie piana e liscia.

b) Controsoffitto tipo "Perret" – I controsoffitti eseguiti con materiale speciale tipo "Perret", "Italia" o simili saranno costituiti da tavelline sottili di cotto dello spessore di cm 20,5 armate longitudinalmente da tondini di acciaio annegato in malta a q.li 3 di cemento Portland per cm di sabbia, il tutto ancorato al solaio sovrastante mediante robusti cavallotti di ferro posti a opportuna distanza. La faccia vista del controsoffitto sarà sbruffata con malta bastarda.

c) Controsoffitto in graticcio tipo "Stauss" – I controsoffitti con graticcio di cotto armato tipo "Stauss" o simili saranno costituiti essenzialmente da strisce di rete di fili di ferro ricotto del diametro di maglie mm 1 a maglie mm 20 di lato aventi gli incroci annegati in crocettine di forma poliedrica in argilla cotta ad alta temperatura, che assicurano alla malta una buona superficie di aderenza.

Dette strisce, assicurate agli estremi a tondini di ferro da mm 8 almeno, ancorati a loro volta nelle murature perimetrali con opportune grappe poste a distanza di cm 25, ben tese mediante taglie tendifili, verranno sostenute con cavallotti intermedi (a distanza di circa m 0,40) ed occorrendo mediante irrigidimenti di tondino di ferro da mm 3 in modo da risultare in tutta la superficie saldamente fissate al soffitto senza possibilità di cedimenti.

Per l'impalcatura si procederà come per un controsoffitto normale: la malta gettata con la forza contro il graticcio deve penetrare nei fori tra le varie crocette, formando al di là di esse tante piccole teste di fungo che trattengono fortemente l'intonaco alla rete.

Trattandosi di rivestire superfici curve comunque centinate, la rete metallica del controsoffitto tanto del tipo comune (lett. a) che del tipo "Stauss" (lett. c) dovrà seguire le sagome di sostegno retrostanti opportunamente disposte, ed essere fissate ad esse con tutti i necessari accorgimenti per assicurare la rete e farle assumere la curvatura prescritta.

d) Controsoffitti in pannelli modulari prefabbricati su struttura autoportante – I controsoffitti a pannelli prefabbricati verranno montati sulle apposite strutture portanti costituite dai materiali, dai profili, dalle sezioni e dagli spessori prescritti negli elaborati di progetto seguendo i tempi e le modalità suggerite dal produttore.

I pannelli, conformi alle caratteristiche di imputrescenza, resistenza al fuoco, fonoassorbenza e termoisolamento prescritti dagli elaborati di progetto e dalle relative norme UNI, andranno montati con il numero di clips, di molle a scatto odi altri sistemi di fissaggio previsti dal produttore.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite prelievi al fine accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore.

I prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi verrà redatto apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla costruzione.

a) Collaudo dei materiali

Quando i materiali destinati alla costruzione o alla riparazione di strutture provengono dagli stabilimenti di produzione per la successiva lavorazione o collocazione in cantiere, l'appaltatore ne darà comunicazione alla direzione dei lavori specificando, per ogni fornitura, la distinta dei pezzi, il relativo peso, la destinazione e la documentazione di accompagnamento con relativi attestati di controllo e la dichiarazione che il prodotto è costruito nel rispetto delle norme vigenti (certificati di qualificazione). La direzione dei lavori avrà la facoltà, ogni volta che lo riterrà opportuno, di prelevare dei campioni da sottoporre a prova presso laboratori di sua scelta al fine di verificarne la rispondenza alle norme di accettazione ed ai requisiti di progetto. Per i prodotti non qualificati la direzione dei lavori dovrà effettuare presso laboratori ufficiali tutte le prove meccaniche e chimiche in numero atto a fornire l'approfondita conoscenza delle proprietà di ogni lotto di fornitura. Tutti gli oneri relativi alle prove sono a carico dell'appaltatore.

b) Controlli in corso di lavorazione

L'appaltatore dovrà essere in grado di documentare la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti certificati di qualificazione, fornendone a richiesta della direzione dei lavori una copia. In ogni caso, alla direzione dei lavori sarà riservata la facoltà di eseguire nel corso delle lavorazioni tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli certificati, che le strutture siano conformi ai disegni di progetto e che siano eseguite a perfetta regola d'arte. Ogni volta che le strutture lavorate sono pronte per il collaudo, l'appaltatore informerà tempestivamente la direzione dei lavori che, entro 8 giorni, darà risposta fissando la data per il collaudo.

- Costruzione delle coperture - Generalità

La copertura a tetto sarà sostenuta da una grossa armatura in legno, ferro o cemento armato, il tutto con le dimensioni e disposizioni che saranno prescritte dai tipi di progetto o dalla direzione dei lavori. Sulla grossa armatura saranno poi disposti i travicelli ed i listelli in legno (piccola armatura) sulla quale sarà poi distesa la copertura di tegole direttamente o con l'interposizione di un sottomanto in legno od in laterizi.
Sottomanto in legno – Sarà costituito da tavole di legno di abete dello spessore di cm 2,5 piallate dalla parte in vista, unite a filo piano e chiodate alla sottostante orditura di travicelli.
Sottomanto di pianelle o tavelline – Il sottomano di pianelle o tavelline si eseguirà collocando sui travicelli o correntini del tetto le pianelle o tavelline una vicina all'altra, bene allineate e in modo che le estremità di esse posino sull'asse di detti legami e le connessioni non siano maggiori di mm 6. Le dette connessioni saranno stuccate con malta idraulica liquida.
I corsi estremi lungo la gronda saranno ritenuti da un listello di abete chiodato alla sottostante armatura del tetto.
Sottomanto in lastre ondulate – potrà essere eseguito nei seguenti tipi:
– con lastre ondulate normali spessore mm 5,5 a 6
– con lastre ondulate alla romana spessore mm 5,5
– con lastre ondulate alla toscana spessore mm 5,5
– con lastre piane alla francese spessore mm 4.

In ogni caso le lastre verranno poste in opera su tavolato di legno abete dello spessore di almeno mm 25 con orditura di listelli pure in abete della sezione da cm 4 x 4 a 7 x 7 a seconda dell'interasse e del tipo di copertura, fissandole con speciali accessori in ferro zincato (grappe, chiodi o viti, renelle triple in piombo, ecc.). La loro sovrapposizione dovrà essere, a seconda del tipo di lastra, da cm 5 a 8; i colmi ed i prezzi speciali terminali di ogni tipo saranno anch'essi fissati con gli appositi accessori.
a) Copertura di tegole curve o coppi – La copertura di tegole a secco si farà posando sulla superficie da coprire un primo strato di tegole con la convessità rivolta in basso, disposte a filari allineati ed attigui, sovrapposte per cm 15 ed assicurare con frammenti di laterizi. Su questo tratto se ne collocherà un secondo colla convessità rivolta in alto, similmente accavallate per cm disposte in modo che ricoprano la connessione fra le tegole sottostanti, le teste delle tegole in ambedue gli strati saranno perfettamente allineate con la cordicella, sia nel senso parallelo alla gronda che in qualunque senso diagonale. Il comignolo, i displuvi ed i compluvi saranno formati con tegoloni. I tegoloni del comignolo e dei displuvi saranno diligentemente suggellati con malta, e così pure saranno suggellate tutte le tegole che formano contorno delle falde, o che poggiano contro i muri, lucernari, canne da camino e simili. Le tegole che vanno in opera sulle murature verranno posate su letto di malta. La copertura di tegole su letto di malta verrà eseguita con le stesse norme indicate per la copertura di tegole a secco; il letto di malta avrà lo spessore di cm 4/5.
b) Coperture in tegole alla romana – La copertura in tegole alla romana (o "maritate") composta di tegole piane (embrici) e di tegole curve (coppi) si eseguirà con le stesse norme della precedente, salvo che si poserà sulla superficie da coprire il primo strato di tegole piane debitamente intervallate e sovrapposte, e successivamente il secondo strato di tegole curve che ricopriranno i vuoti fra i vari filari di tegole piane. Anche per questo tipo di coperture a secco dovrà eseguirsi con malta idraulica mezzana la necessaria muratura delle testate e dei colmi, la calce a scarpa, ecc. In corrispondenza delle gronde dovranno impiegarsi embrici speciali a lato parallelo.
c) Copertura di tegole piane – Nella copertura di tegole piane ad incastro (marsigliesi o simili), le tegole, quando devono poggiare su armature di correnti, correntini o listelli, saranno fissate a detti legnami mediante legatura di filo di ferro zincato, grosso mm 1 circa, il quale, passando nell'orecchio esistente in riporto nella faccia inferiore di ogni tegola, si avvolgerà ad un chiodo pure zincato, fissato in una delle facce dei correntini o dei listelli. Quando invece le tegole devono poggiare sopra un assito, sul medesimo, prima della collocazione delle tegole, saranno chiodati parallelamente alla gronda dei listelli della sezione di cm 4-3 a distanza tale, tra loro, che vi possano poggiare i denti delle tegole di ciascun filare. Per la copertura di tegole piane ad incastro su sottomanto di laterizio, le tegole dovranno posare sopra uno strato di malta grosso da cm 4 a cm 5, ed essere suggellate accuratamente ogni tegola con la malta stessa.
In ogni caso dovranno essere impiegate, nella posa della copertura, mezze tegole rette e diagonali alle estremità delle falde e negli spigoli, in modo da alternare le tegole da un filare all'altro.
Sopra i displuvi dovranno essere disposti appositi tegoloni di colmo murati in malta idraulica, inoltre dovrà essere inserito un numero adeguato di cappucci di aereazione.
In tutti i tipi di coperture, se prescritto, dovranno essere applicate delle converse (lamiera zincata, lastre di piombo o rame) a protezione degli impluvi e degli incontri delle falde con le murature di camini, abbaini, ecc.
d) Coperture in rame – Il rame per coperture, sagomato e posto in opera conformemente agli elaborati di progetto, avrà le caratteristiche richieste dalle **UNI 5649** (parte 1) e **UNI 3310** e potrà essere costituito da lastre, nastri o tegole continue modulari o elementi gregati preformati a freddo.
Gli elementi di tenuta (lastre e nastri) verranno fissati al piano di posa mediante linguette di ancoraggio in rame da 0, 6 mm fissate al sottofondo esclusivamente con chiodi e viti autofilettanti in rame o con altre leghe metalliche resistenti alla corrosione; gli elementi di fissaggio verranno coperti con cappellotti di rame da saldare alla copertura. I chiodi, preferibilmente dentellati, avranno la testa larga, piatta ed a sezione circolare. Gli elementi di tenuta andranno connessi, in modo da assicurare continuità e tenuta, mediante l'esecuzione dei seguenti tipi di giunzione conformemente a quanto previsto dagli elaborati di progetto:
– giunti a doppia aggraffatura: una volta tagliato il nastro di rame alla lunghezza necessaria, esso verrà sbordato in senso longitudinale ottenendo delle canalette da posare ed affiancare sulla struttura portante, avendo cura

d'interporre (chiodandole in file parallele e con un interasse di circa cm 50) fra due lastre contigue, un filare di linguette di collegamento in rame sagomato. La giunzione verrà eseguita ripiegando i bordi delle canalette affiancate;
– giunti a tassello: una volta tagliato il nastro di rame alla lunghezza necessaria, esso verrà fissato (con le modalità già descritte) su travetti di legno disposti perpendicolarmente alla linea di gronda; sui travetti e sui bordi di due lastre adiacenti verrà in seguito fissato (come descritto in precedenza) un coprigiunto in rame;
– giunti misti: in relazione al posizionamento delle lastre prescritto negli elaborati di progetto e alla forma stessa della copertura i giunti trasversali verranno eseguiti mediante doppia aggraffatura, mentre i giunti longitudinali potranno essere sia del tipo a doppia aggraffatura che del tipo a tassello.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

Nel corso dell'esecuzione dei lavori la direzione dei lavori potrà verificare che i materiali impiegati e le tecniche di posa siano quelli prescritti e che il risultato finale sia coerente con le prescrizioni di progetto e con la funzione attribuita all'elemento o strato considerato.
Potranno essere eseguite le seguenti prove e verifiche: sul collegamento tra i diversi strati funzionali; sulla realizzazione dei giunti e delle sovrapposizioni fra gli strati; sull'accuratezza dell'esecuzione dei bordi e dei raccordi. La direzione dei lavori potrà anche verificare: le resistenze meccaniche, l'adesioni e la connessioni fra strati, la tenuta all'acqua, ecc.
Alla fine dei lavori potrà eseguire prove di funzionamento simulando battenti di acqua, effettuando prove di carico, di resistenza alle azioni localizzate e di quanto altro potrà essere verificato direttamente in sito. L'appaltatore dovrà raccogliere e fornire all'amministrazione tutti i disegni costruttivi e le schede tecniche dei prodotti impiegati oltre alle prescrizioni attinenti la successiva manutenzione.

- Coperture piane

Le coperture continue sono convenzionalmente suddivise nelle seguenti categorie:
– coperture senza elemento termoisolante con o senza strato di ventilazione
– coperture con elemento termoisolante, con o senza strato di ventilazione.
Quando non è diversamente prescritto negli elaborati di progetto si intende che ciascuna delle categorie sarà composta dai seguenti strati funzionali conformemente alla:
UNI 8178:1980 – 30/11/1980 – *Edilizia. Coperture. Analisi degli elementi e strati funzionali.*

a) La copertura non termoisolata non ventilata sarà costituita dai seguenti elementi:
   – un elemento portante con funzioni strutturali
   – uno strato di pendenza con i valori richiesti
   – un elemento di tenuta all'acqua con la funzione di ottenere l'impermeabilità all'acqua meteorica e di resistere alle sollecitazioni dovute all'ambiente esterno;
   – uno strato di protezione con la funzione di limitare le alterazioni dovute ad azioni meccaniche, fisiche, chimiche e/o con funzione decorativa.
b) La copertura ventilata ma non termoisolata sarà costituita dai seguenti elementi:
   – un elemento portante con funzioni strutturali;
   – uno strato di ventilazione con la funzione di contribuire al controllo igrotermico delle coperture attraverso il ricambio d'aria naturale o forzato;
   – uno strato di pendenza;
   – un elemento di tenuta all'acqua;
   – uno strato di protezione.
c) La copertura termoisolata non ventilata sarà costituita dai seguenti elementi:
   – un elemento portante con funzioni strutturali;
   – uno strato di pendenza;
   – uno strato di schermo (barriera al vapore) con la funzione di impedire, o di ridurre il passaggio del vapore d'acqua;
   – un elemento di tenuta all'acqua;
   – un elemento termoisolante con funzione di ottenere il valore richiesto di resistenza termica globale della copertura;
   – uno strato filtrante;
   – uno strato di protezione.
d) La copertura termoisolata e ventilata sarà costituita dai seguenti elementi:
   – un elemento portante con funzioni strutturali;
   – un elemento termoisolante;
   – uno strato di irrigidimento o di supporto con la funzione di permettere allo strato sottostante di sopportare i carichi previsti;
   – uno strato di ventilazione;
   – un elemento di tenuta all'acqua;
   – uno strato filtrante con la funzione di trattenere il materiale trasportato dalle acque meteoriche;
   – uno strato di protezione.

L'appaltatore utilizzerà, nella realizzazione dei suddetti strati, esclusivamente i materiali prescritti rispettando le prescrizioni seguenti.

1) Per la realizzazione dell'elemento portante, in relazione alla tecnica costruttiva adottata, farà riferimento alle prescrizioni del presente capitolato per calcestruzzi, strutture metalliche, sulle strutture miste acciaio calcestruzzo, sulle strutture in legno.

2) Per la realizzazione dell'elemento termoisolante farà riferimento all'articolo sui materiali per isolamento termico prestando la dovuta attenzione nella corretta realizzazione delle giunzioni, dei fissaggi.
3) Per la realizzazione dello strato di irrigidimento, in relazione alla tecnica costruttiva e dei materiali adottati, curerà la capacità di ripartire i carichi, la sua resistenza alle sollecitazioni meccaniche e la durata nel tempo.
4) Per la realizzazione dello strato di ventilazione attuerà una intercapedine d'aria provvista di idonee aperture di collegamento con l'ambiente esterno; le aperture saranno munite di griglie, o di aeratori capaci di garantire l'adeguato ricambio di aria e di limitare il passaggio di piccoli animali ed insetti.
5) Per la realizzazione dello strato di tenuta all'acqua, in relazione alla tecnica costruttiva ed ai materiali adottati, utilizzerà membrane polimeriche in foglio o prodotti fluidi da stendere in sito. Le caratteristiche delle membrane e dei prodotti fluidi saranno quelle indicate all'art. 42 prodotti per l'impemeabilizzazione.
6) Per la realizzazione dello strato filtrante, quando previsto, provvederà alla posa, in relazione alla tecnica costruttiva adottata, di nontessuti sintetici o di altri materiali accettati dalla direzione dei lavori.
7) Per la realizzazione dello strato di protezione, adotterà le soluzioni previste dal progetto.
8) Per la realizzazione dello strato di pendenza (integrato in altri strati) si rinvia alle istruzioni relative ai materiali dello strato funzionale che lo ingloba. Nel corso della sua realizzazione l'appaltatore dovrà assicurare che il piano inclinato abbia il dovuto orientamento verso i punti di confluenza, che sul piano non si formino avvallamenti capaci di ostacolare il corretto deflusso dell'acqua e che nelle zone di raccordo con camini, aeratori e altri elementi sporgenti sia assicurata le perfetta tenta.
9) Per la realizzazione dello strato di barriera o schermo al vapore utilizzerà membrane di adeguate caratteristiche seguendo tutti gli accorgimenti già descritti per lo strato di tenuta all'acqua.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

Nel corso dell'esecuzione dei lavori la direzione dei lavori potrà verificare che i materiali impiegati e le tecniche di posa siano quelli prescritti e che il risultato finale sia coerente con le prescrizioni di progetto e con la funzione attribuita all'elemento o strato considerato.
Potranno essere eseguite le seguenti prove e verifiche: sul collegamento tra i diversi strati funzionali; sulla realizzazione dei giunti e delle sovrapposizioni fra gli strati; sull'accuratezza dell'esecuzione dei bordi e dei raccordi. La direzione dei lavori potrà anche verificare: le resistenze meccaniche, le adesioni e le connessioni fra strati, la tenuta all'acqua, ecc.
Alla fine dei lavori potrà eseguire prove di funzionamento simulando battenti di acqua, di carico, di punzonamento, ecc.
L'appaltatore dovrà raccogliere e fornire all'amministrazione tutti i disegni costruttivi e le schede tecniche dei prodotti impiegati oltre alle prescrizioni attinenti la successiva manutenzione.

- *Coperture a falde*

Le coperture a falde sono convenzionalmente suddivise nelle seguenti categorie:
- coperture senza elemento termoisolante, con o senza strato di ventilazione
- coperture con elemento termoisolante, con o senza strato di ventilazione.

Quando non è diversamente prescritto negli elaborati di progetto si intende che ciascuna delle categorie sarà composta dai seguenti strati funzionali conformemente alla:
UNI 8178:1980 – 30/11/1980 – *Edilizia. Coperture. Analisi degli elementi e strati funzionali.*

a) La copertura non termoisolata e non ventilata sarà costituita dai seguenti elementi:
   – un elemento portante con funzioni strutturali;
   – uno strato di pendenza con i valori richiesti;
   – un elemento di tenuta all'acqua con la funzione di ottenere l'impermeabilità all'acqua meteorica e di resistere alle sollecitazioni dovute all'ambiente esterno;
   – un elemento di supporto: con funzione di sostenere gli strati ad esso appoggiati.
b) La copertura non termoisolata e ventilata sarà costituita dai seguenti elementi:
   – uno strato di ventilazione con la funzione di contribuire al controllo igrotermico delle coperture attraverso il ricambio d'aria naturale o forzato;
   – un elemento portante con funzioni strutturali;
   – uno strato di pendenza con i valori richiesti;
   – un elemento di tenuta all'acqua con la funzione di ottenere l'impermeabilità all'acqua meteorica e di resistere alle sollecitazioni dovute all'ambiente esterno;
   – un elemento di supporto.
c) La copertura termoisolata e non ventilata sarà costituita dai seguenti elementi:
   – un elemento termoisolante con funzione di ottenere il valore richiesto di resistenza termica globale della copertura;
   – uno strato di schermo (barriera al vapore) con la funzione di impedire, o di ridurre il passaggio del vapore d'acqua;
   – un elemento portante con funzioni strutturali;
   – uno strato di pendenza;
   – un elemento di tenuta all'acqua;
   – un elemento di supporto.
d) La copertura termoisolata e ventilata sarà costituita dai seguenti elementi:
   – uno strato di ventilazione con la funzione di contribuire al controllo igrotermico delle coperture attraverso il ricambio d'aria naturale o forzato;
   – un elemento termoisolante con funzione di ottenere il valore richiesto di resistenza termica globale della copertura;
   – uno strato di schermo (barriera al vapore) con la funzione di impedire, o di ridurre il passaggio del vapore d'acqua;

– un elemento portante con funzioni strutturali;
– uno strato di pendenza;
– un elemento di tenuta all'acqua;
– un elemento di supporto.

L'appaltatore utilizzerà, nella realizzazione dei suddetti strati, esclusivamente i materiali prescritti rispettando le prescrizioni seguenti.

1) Per la realizzazione dell'elemento portante, in relazione alla tecnica costruttiva adottata, farà riferimento alle prescrizioni del presente capitolato per calcestruzzi, strutture metalliche, sulle strutture miste acciaio calcestruzzo, sulle strutture in legno.
2) Per la realizzazione dell'elemento termoisolante farà riferimento all'articolo sui materiali per isolamento termico prestando la dovuta attenzione nella corretta realizzazione delle giunzioni, dei fissaggi.
3) Per la realizzazione dell'elemento di supporto, in relazione alla tecnica costruttiva adottata, farà riferimento alle prescrizioni già date nel presente capitolato per i prodotti di legno, per le malte di cemento, per i profilati metallici, per i getti di calcestruzzo. Durante l'esecuzione se ne dovrà verificare la rispondenza alle prescrizioni del progetto e la capacità di trasmettere i carichi all'elemento portante.
4) Per la realizzazione dell'elemento di tenuta all'acqua utilizzerà i prodotti previsti dagli elaborati di progetto. Nel corso della posa dovrà curare la corretta realizzazione dei giunti e delle sovrapposizioni, utilizzando idonei accessori (ganci, viti, eco) nel rispetto delle modalità esecutive previste dal progetto, consigliate dal produttore ed accettate dalla direzione dei lavori, ivi incluse le prescrizioni sulle condizioni ambientali (umidità, temperatura, ecc.) e di sicurezza.
   Curerà in maniera particolare la realizzazione dei bordi e di punti particolari dove è prescritto l'uso di pezzi speciali coordinando anche le opere di completamento e di finitura (scossaline, gronde, colmi, camini, ecc).
5) Per la realizzazione dello strato di ventilazione attuerà una intercapedine d'aria provvista di idonee aperture di collegamento con l'ambiente esterno; le aperture saranno munite di griglie, o di aeratori capaci di garantire l'adeguato ricambio di aria e di limitare il passaggio di piccoli animali ed insetti. Nel caso di coperture con tegole posate su di un elemento di supporto discontinuo, la ventilazione potrà essere costituita dalla somma delle microventilazioni sottotegola.
6) Per la realizzazione dello strato di barriera o schermo al vapore utilizzerà membrane di adeguate caratteristiche seguendo tutti gli accorgimenti già descritti per lo strato di tenuta all'acqua.
   In ogni caso per la posa in opera l'appaltatore dovrà seguire le prescrizioni del progetto e le indicazioni fornite dal produttore ove accettate dalla direzione dei lavori, ivi comprese quelle relative a particolari condizioni ambientali.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

Nel corso dell'esecuzione dei lavori la direzione dei lavori potrà verificare che i materiali impiegati e le tecniche di posa siano quelli prescritti e che il risultato finale sia coerente con le prescrizioni di progetto e con la funzione attribuita all'elemento o strato considerato.

Potranno essere eseguite le seguenti prove e verifiche: sul collegamento tra i diversi strati funzionali; sulla realizzazione dei giunti e delle sovrapposizioni fra gli strati; sull'accuratezza dell'esecuzione dei bordi e dei raccordi. La direzione dei lavori potrà anche verificare: le resistenze meccaniche, l'adesione e la connessione fra strati, la tenuta all'acqua, ecc.

Alla fine dei lavori potrà eseguire prove di funzionamento simulando battenti di acqua, effettuando prove di carico, di resistenza alle azioni localizzate e di quanto altro potrà essere verificato direttamente in sito. L'appaltatore dovrà raccogliere e fornire all'amministrazione tutti i disegni costruttivi e le schede tecniche dei prodotti impiegati oltre alle prescrizioni attinenti la successiva manutenzione.

– Sistemazione dei manti di copertura

L'appaltatore dovrà effettuare la sistemazione del manto di copertura tramite l'accurata rimozione dei coppi ed il loro accatastamento entro l'ambito del cantiere, in modo da non gravare sulla struttura della copertura.

Il manto sarà ripulito manualmente utilizzando spazzole di saggina e l'appaltatore provvederà all'eventuale sostituzione degli elementi fratturati fino al 30-40% (se non diversamente specificato negli elaborati di progetto) con nuovi manufatti, di produzione artigianale o industriale, identici per forma, materiale e colore.

Al fine di garantirne la resistenza all'azione prodotta dagli agenti atmosferici, l'appaltatore dovrà utilizzare grappe fermacoppo in rame o gli altri sistemi previsti dagli elaborati di progetto. Il sistema di posa dovrà assicurare l'aerazione del sottotetto (superficie di aerazione almeno 1/5 della superficie totale del manto) tramite l'utilizzo di specifici dispositivi, di pezzi speciali e/o tramite la realizzazione di apposite fessure tra la linea di gronda ed i canali di raccolta delle acque. Ogni fessura andrà protetta con apposita rete in acciaio inossidabile, per evitare l'ingresso di volatili nel sottotetto e negli spazi sottocopertura la rete o gli altri dispositivi analoghi saranno fissati con viti o specifici chiodi.

Nella lavorazione sarà compresa la ricostruzione e/o posa in opera di colmi di vertice collocando i prescritti pezzi speciali o gli eventuali colmi diagonali sigillati mediante malta bastarda. Nella lavorazione sarà compresa, ove prescritto, la messa in opera di scossaline e/o di converse che, costruite con i materiali prescritti dagli elaborati di progetto, saranno poste ai bordi delle murature e fissate alla stessa con chiodi o saldate a stagno.

Sarà cura dell'appaltatore garantire la protezione della copertura con teli impermeabili al termine di ogni giornata di lavoro sino al suo completo recupero.

Prima della ricollocazione dei coppi l'appaltatore provvederà all'attenta verifica ed alla eventuale rettifica delle pendenze sia del manto di copertura che dei canali di gronda.

Orditura e supporto dell'assito – Prima di riposizionare il manto di copertura l'appaltatore dovrà effettuare la verifica, la manutenzione o il recupero dell'assito e della grossa orditura.
Capriate – Travi, travetti, travicelli, assito e dormienti se eccessivamente degradati, marcescenti e non più in grado di assolvere alla loro funzione verranno sostituiti con nuovi manufatti identici per dimensione ed essenza.
Qualsiasi intervento dovrà essere preventivamente preceduto da un'attenta operazione di pulitura dei manufatti, del sottotetto o dell'estradosso delle volte, utilizzando esclusivamente spazzole di saggina, aria compressa a bassa pressione o apparecchi di aspirazione. Su tutte le parti lignee si dovrà effettuare, se prescritto dagli elaborati di progetto, un trattamento fungicida e antimuffa mediante l'applicazione del biocida prescritto. La stesura del prodotto dovrà garantire il deposito e l'assorbimento da parte del legno del quantitativo di prodotto per metro quadro consigliato dal produttore. Ove richiesto il trattamento sarà preceduto dalla pulizia con solventi compatibili dell'intera superficie al fine di eliminare tracce di unto o di depositi non eliminati con precedenti operazioni di pulizia.
Dopo i trattamenti biocidi si potrà procedere alla messa in opera, ove previsto, dello strato coibente direttamente sopra l'assito esistente utilizzando un'armatura di sostegno in listelli di abete fissati all'assito..
Supporto in tavellonato – Prima di riposizionare il manto di copertura l'appaltatore dovrà effettuare la verifica, la manutenzione o il recupero delle tavelle in cotto che andranno pulite e revisionate con il riempimento dei giunti di malta tramite malta di calce e la sostituzione degli elementi fratturati. L'appaltatore provvederà inoltre alla revisione dei raccordi e delle pendenze; utilizzerà, se prescritto malte di argilla espansa o di corrispondenti aggregati leggeri al fine di uniformare le pendenze. Si terminerà la lavorazione tramite il posizionamento di manto coibente e/o del manto impermeabile
Sottocoperture impermeabili e/o termoisolanti – Ove previsto dagli elaborati di progetto l'appaltatore dovrà posizionare delle lastre impermeabili utili a garantire una efficiente impermeabilizzazione e ad evitare, tramite specifici dispositive, lo scivolamento del manto di copertura.
L'appaltatore, conformemente alle prescrizioni di progetto dovrà impiegare lastre sottocoppo in fibrocemento, in resina rinforzata, in polipropìlene e cemento, in laminato di poliestere rinforzato, in vetroresina o lastre ondulate bitume verniciate. Le lastre dovranno ovviamente garantire la completa impermeabilizzazione, facilità di posa e di assemblaggio.
Nel caso in cui è previsto il completo rifacimento dell'intero supporto (sostituzione completa di listelli e dell'assito), l'appaltatore provvederà, ove prescritto dagli elaborati di progetto, alla collocazione di sistemi ad elementi termoisolanti al fine di migliorare le condizioni termoigrometriche dei locali sottotetto. Saranno da privilegiare i sistemi che garantiscono l'opportuna ventilazione che permette di evitare il ristagno di umidità dovuta alla porosità dei prodotti, alla condensazione, alle eventuali infiltrazioni.
Per le sottocoperture impermeabili e termoisolanti, considerata la variabilità dei sistemi in commercio, l'appaltatore farà riferimento, nel corso della realizzazione delle opere, alle modalità di applicazione suggerite dal produttore ed approvate dalla D.L. utilizzando anche gli accessori ed i pezzi speciali specifici del sistema e necessari al fine di dare l'opera compiuta a regola d'arte.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO
La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo al fine accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore.
I prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi verrà redatto apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla costruzione.
L'appaltatore dovrà raccogliere e fornire all'amministrazione tutti i disegni costruttivi e le schede tecniche dei prodotti impiegati oltre alle prescrizioni attinenti la successiva manutenzione.
a) Collaudo dei materiali
Quando i materiali destinati alla costruzione o alla riparazione di strutture provengono dagli stabilimenti di produzione per la successiva lavorazione o collocazione in cantiere, l'appaltatore ne darà comunicazione alla direzione dei lavori specificando, per ogni fornitura, la distinta dei pezzi, il relativo peso, la destinazione e la documentazione di accompagnamento con relativi attestati di controllo e la dichiarazione che il prodotto è costruito nel rispetto delle norme vigenti (certificati di qualificazione). La direzione dei lavori avrà la facoltà, ogni volta che lo riterrà opportuno, di prelevare dei campioni da sottoporre a prova presso laboratori di sua scelta al fine di verificarne la rispondenza alle norme di accettazione ed ai requisiti di progetto. Per i prodotti non qualificati la direzione dei lavori dovrà effettuare presso laboratori ufficiali tutte le prove meccaniche e chimiche in numero atto a fornire, l'approfondita conoscenza delle proprietà di ogni lotto di fornitura. Tutti gli oneri relativi alle prove sono a carico dell'appaltatore.
b) Controlli in corso di lavorazione
L'appaltatore dovrà essere in grado di documentare la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti certificati di qualificazione, fornendone a richiesta della direzione dei lavori una copia. In ogni caso, alla direzione dei lavori sarà riservata la facoltà di eseguire nel corso delle lavorazioni tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli certificati, che le strutture siano conformi ai disegni di progetto e che siano eseguite a perfetta regola d'arte. Ogni volta che le strutture lavorate sono pronte per il collaudo, l'appaltatore informerà tempestivamente la direzione dei lavori che, entro 8 giorni, darà risposta fissando la data per il collaudo.

- Restauro dei solai e delle coperture - Sostituzioni e collegamenti

Generalità – Gli interventi di sostituzione riguarderanno l'intera struttura sia nel caso che non potesse essere consolidata in modo economicamente conveniente sia nel caso in cui dovesse risultare del tutto irrecuperabile. Si dovrà fare ricorso ad opere di sostituzione parziale solo quando alcune parti o elementi della struttura si presenteranno deteriorati a tal punto da non garantire la stabilità dell'intera struttura. Nel primo caso l'appaltatore avrà cura di procedere alla demolizione secondo le modalità e gli accorgimenti contenuti negli art. "Demolizioni e rimozioni" del presente capitolato. Il collegamento di una nuova struttura ai muri perimetrali, se non stabilito diversamente dalle prescrizioni di progetto o dalle direttive della D.L., verrà effettuato con le seguenti modalità.

Strutture piane in legno – Quando il collegamento ai muri perimetrali dovrà realizzarsi mediante cordolo in cemento armato, l'appaltatore farà demolire tratti di muratura al fine di creare dei vani a sezione tronco/conica di altezza analoga a quella del cordolo in modo da consentire l'alloggiamento di parti in cemento armato sagomate a coda di rondine aventi funzione di ancoraggio. Le armature degli ancoraggi verranno eseguite, secondo le prescrizioni di progetto, contemporaneamente a quelle del cordolo. L'interasse fra gli ancoraggi potrà variare in relazione alla consistenza del muro, alle dimensioni del solaio e dalle disposizioni di progetto. Se prescritto, si dovranno realizzare con il trapano dei fori nella muratura in cui inserire le barre d'ancoraggio del cordolo. Tali fori avranno un'inclinazione rispetto al piano trasversale della muratura, inferiore ai 45 gradi. Essi saranno riempiti prima dell'inserimento degli ancoraggi con boiacca di cemento o resine secondo quanto stabilito dagli elaborati di progetto.

Quando il cordolo verrà realizzato per cantieri, la sua armatura sarà posta in opera per tratti e l'appaltatore dovrà eseguire getti più corti di almeno 30 cm rispetto alla lunghezza di ciascun vano della muratura in modo da consentire ai ferri dell'armatura che dovranno essere di lunghezza tale da poterli sovrapporre a quelli dei cantieri adiacenti, di essere piegati e inseriti nel vano.

A getto eseguito, aperto il cantiere adiacente, i ferri dell'armatura verranno nuovamente stesi e collegati al tratto successivo. Infine, l'appaltatore farà ripristinare la muratura intorno alle teste dei travi, avendo cura di aerarle e/o trattarle secondo le prescrizioni della D.L.

Qualora non fosse prevista la realizzazione di cordoli, l'appaltatore dovrà eseguire nella muratura dei fori passanti, di forma tronco/conica, adatti al collegamento con i tiranti a coda di rondine. Questi ultimi, dovranno essere fissati ad un'estremità della trave mediante un'idonea chiodatura o bullonatura; l'altra estremità della trave sarà saldata ad una gabbia di tondini sagomati di forma tronco/conica che andrà alloggiata nel foro da riempire con la malta prescritta.

Se sarà richiesto dagli elaborati di progetto, il collegamento dovrà essere realizzato mediante tiranti a piastra, praticando un foro passante in direzione della lunghezza della trave. L'appaltatore, quindi, dovrà ricavare nella muratura una sede di forma tronco/conica di dimensione tali da accogliere la piastra metallica che dovrà poggiare su una base perfettamente spianata, ottenuta con getto di malta cementizia.

Il tirante di acciaio dovrà avere la forma e le dimensioni prescritte dagli elaborati di progetto ed essere collegato ad un'estremità della trave per una lunghezza non inferiore agli 80 cm mediante un'idonea chiodatura o bullonatura; l'altro estremo dovrà terminare con una sezione piatta in cui verrà praticata un'asola di forma idonea a trattenere i cunei tenditori; questa estremità potrà essere filettata e collegata con un dado di acciaio.

Strutture piane ad elementi metallici – I collegamenti fra le travi ed i muri perimetrali potranno essere realizzati:

– murando direttamente ogni testa della trave, previa posa in opera di un'opportuna piastra di ripartizione. In questo caso, l'appaltatore dovrà saldare all'ala, nella parte che risulterà annegata nel conglomerato, degli spezzoni di tondini ripiegati ad uncino capaci di contrastare lo sfilamento della putrella. L'alloggiamento della trave da ricavare nella muratura, dovrà avere forma tronco/conica con la base maggiore rivolta verso l'esterno;
– realizzando (se il muro non potrà garantire la resistenza a carichi concentrati) un cordolo in cemento armato ricavato nella muratura sul quale appoggiare le putrelle.

In ogni caso, si dovrà prima liberare la struttura da tutti i carichi accidentali e procedere alla costruzione della puntellatura del solaio che dovrà essere forzata in modo da ridurre al minimo gli effetti del carico sulle travi esistenti.

Struttura piana latero-cementizia – Il collegamento con le murature perimetrali potrà essere realizzato mediante la formazione di un cordolo in cemento armato che l'appaltatore dovrà eseguire, in base alla consistenza dei muri ed alle prescrizioni di progetto, con il sistema dei cantieri alternati oppure dovrà ricavare nella muratura; il cordolo dovrà essere ancorato a quest'ultima mediante elementi a coda di rondine o spezzoni di ferro piegati e murati. Gli elementi di un'eventuale struttura aggiuntiva dovranno essere messi in opera alla quota stabilita con le necessarie puntellature; inoltre, le armatura del cordolo con i relativi ancoraggi saranno inseriti nei vani appositamente ricavati e collegati con le teste delle travi. Se il cordolo verrà inserito solo parzialmente nello spessore della muratura, l'appaltatore dovrà predisporre la casseratura per la parte di cordolo che fuoriesce dal muro.

L'appaltatore dovrà raccogliere e fornire all'amministrazione tutti i disegni costruttivi e le schede tecniche dei prodotti impiegati oltre alle prescrizioni attinenti la successiva manutenzione.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite prelievi al fine accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore.

I prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi verrà redatto apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla costruzione.

a) Collaudo dei materiali

Quando i materiali destinati alla costruzione o alla riparazione di strutture provengono dagli stabilimenti di produzione per la successiva lavorazione o collocazione in cantiere, l'appaltatore ne darà comunicazione alla direzione dei lavori specificando, per ogni fornitura, la distinta dei pezzi, il relativo peso, la destinazione e la documentazione di

accompagnamento con relativi attestati di controllo e la dichiarazione che il prodotto è costruito nel rispetto delle norme vigenti (certificati di qualificazione). La direzione dei lavori avrà la facoltà, ogni volta che lo riterrà opportuno, di prelevare dei campioni da sottoporre a prova presso laboratori di sua scelta al fine di verificarne la rispondenza alle norme di accettazione ed ai requisiti di progetto. Per i prodotti non qualificati la direzione dei lavori dovrà effettuare presso laboratori ufficiali tutte le prove meccaniche e chimiche in numero atto a fornire l'approfondita conoscenza delle proprietà di ogni lotto di fornitura. Tutti gli oneri relativi alle prove sono a carico dell'appaltatore.

b) Controlli in corso di lavorazione

L'appaltatore dovrà essere in grado di documentare la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti certificati di qualificazione, fornendone a richiesta della direzione dei lavori una copia. In ogni caso, alla direzione dei lavori sarà riservata la facoltà di eseguire nel corso delle lavorazioni tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli certificati, che le strutture siano conformi ai disegni di progetto e che siano eseguite a perfetta regola d'arte. Ogni volta che le strutture lavorate sono pronte per il collaudo, l'appaltatore informerà tempestivamente la direzione dei lavori che, entro 8 giorni, darà risposta fissando la data per il collaudo.

c) Prove di carico e collaudo statico

In seguito alla realizzazione dell'opera, prima di procedere ad eventuali opere di finitura, l'appaltatore sarà tenuto ad invitare la direzione dei lavori per un'accurata visita preliminare delle strutture al fine di accertare che queste siano state eseguite in conformità ai relativi disegni di progetto, alle buone regole d'arte e a tutte le prescrizioni del contratto. Si procederà quindi alle prove di carico e al collaudo statico delle strutture; operazioni che verranno condotte conformemente alle vigenti leggi, a cura e spese dell'appaltatore.

– Solai – Sostituzione di travi in legno

In caso d'integrale sostituzione di travi di legno, l'appaltatore dovrà puntellare i travetti ed il tavolato posato sulle travi con due fili di ritti da collocare parallelamente alle travi. Alla sommità dei ritti in corrispondenza dell'intradosso dei travetti, dovrà essere collocato un architrave su cui verranno posti a contrasto i singoli travetti mediante chiodatura di biette in legno.

Se la puntellatura dovrà poggiare sopra un solaio, i ritti dovranno essere disposti in modo da gravare su elementi sufficientemente resistenti; se, ad insindacabile giudizio della D.L., il solaio non offrirà sufficiente garanzie di resistenza, sarà necessario prolungare i ritti fino al solaio sottostante o scaricarli sulla muratura perimetrale. Per una migliore distribuzione dei carichi, l'appaltatore dovrà impiegare elementi atti alla ripartizione dei carichi (tavole in legno di idonea sezione inserite ai piedi dei ritti).

La trave, liberata della muratura in corrispondenza degli appoggi, verrà sfilata intera e, solo dietro autorizzazione della D.L., potrà essere tagliata. La nuova trave che dovrà corrispondere come essenza, qualità e dimensione ai requisiti richiesti dagli elaborati di progetto e alle caratteristiche tecniche stabilite dall'art. "Legnami" del presente capitolato, dovrà essere messa in opera ripristinando gli eventuali collegamenti metallici e contrastata chiodando di biette in legno.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite prelievi al fine accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore.

I prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi verrà redatto apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla costruzione.

a) Collaudo dei materiali

Quando i materiali destinati alla costruzione o alla riparazione di strutture provengono dagli stabilimenti di produzione per la successiva lavorazione o collocazione in cantiere, l'appaltatore ne darà comunicazione alla direzione dei lavori specificando, per ogni fornitura, la distinta dei pezzi, il relativo peso, la destinazione e la documentazione di accompagnamento con relativi attestati di controllo e la dichiarazione che il prodotto è costruito nel rispetto delle norme vigenti (certificati di qualificazione). La direzione dei lavori avrà la facoltà, ogni volta che lo riterrà opportuno, di prelevare dei campioni da sottoporre a prova presso laboratori di sua scelta al fine di verificarne la rispondenza alle norme di accettazione ed ai requisiti di progetto. Per i prodotti non qualificati la direzione dei lavori dovrà effettuare presso laboratori ufficiali tutte le prove meccaniche e chimiche in numero atto a fornire l'approfondita conoscenza delle proprietà di ogni lotto di fornitura. Tutti gli oneri relativi alle prove sono a carico dell'appaltatore.

b) Controlli in corso di lavorazione

L'appaltatore dovrà essere in grado di documentare la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti certificati di qualificazione, fornendone a richiesta della direzione dei lavori una copia. In ogni caso, alla direzione dei lavori sarà riservata la facoltà di eseguire nel corso delle lavorazioni tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli certificati, che le strutture siano conformi ai disegni di progetto e che siano eseguite a perfetta regola d'arte. Ogni volta che le strutture lavorate sono pronte per il collaudo, l'appaltatore informerà tempestivamente la direzione dei lavori che, entro 8 giorni, darà risposta fissando la data per il collaudo.

c) Prove di carico e collaudo statico

In seguito alla realizzazione dell'opera, prima di procedere ad eventuali opere di finitura, l'appaltatore sarà tenuto ad invitare la direzione dei lavori per un'accurata visita preliminare delle strutture al fine di accertare che queste siano state eseguite in conformità ai relativi disegni di progetto, alle buone regole d'arte e a tutte le prescrizioni del contratto. Si

procederà quindi alle prove di carico e al collaudo statico delle strutture; operazioni che verranno condotte conformemente alle vigenti leggi, a cura e spese dell'appaltatore.

- Sostituzione in solai piani di elementi laterizi con putrelle in ferro

L'appaltatore, puntellato il solaio, farà demolire il pavimento con il relativo sottofondo e rimuovere i materiali di riempimento fino a raggiungere l'estradosso del ferro e del laterizio; porrà in opera, nel contempo, un tavolato di servizio che poserà sulle putrelle. Le tecniche, gli accorgimenti ed i materiali da impiegare nella sostituzione saranno stabiliti dalla D.L. In genere, l'appaltatore dovrà porre in opera un tavellonato in laterizio poggiandolo sull'ala inferiore dei travetti; sopra il tavellonato dovrà posizionare gli elementi di alleggerimento costituiti da laterizi forati o da altro materiale (blocchi di polistirolo, ecc.).
In corrispondenza dell'ala superiore delle putrelle, preventivamente pulite con l'ausilio di una mola a smeriglio, dovrà saldare un tondino di ferro sagomato a zig-zag capace di assicurare una valida coazione fra la struttura metallica ed il getto di calcestruzzo. L'appaltatore, infine, dovrà eseguire, previa abbondante irrogazione con acqua del sottofondo, il getto di calcestruzzo armato in base alle prescrizioni di progetto che sarà collegato mediante ferri di ripartizione incrociati o rete metallica elettrosaldata.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO
La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite prelievi al fine accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore.
I prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi verrà redatto apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla costruzione.
a) Collaudo dei materiali
Quando i materiali destinati alla costruzione o alla riparazione di strutture provengono dagli stabilimenti di produzione per la successiva lavorazione o collocazione in cantiere, l'appaltatore ne darà comunicazione alla direzione dei lavori specificando, per ogni fornitura, la distinta dei pezzi, il relativo peso, la destinazione e la documentazione di accompagnamento con relativi attestati di controllo e la dichiarazione che il prodotto è costruito nel rispetto delle norme vigenti (certificati di qualificazione). La direzione dei lavori avrà la facoltà, ogni volta che lo riterrà opportuno, di prelevare dei campioni da sottoporre a prova presso laboratori di sua scelta al fine di verificarne la rispondenza alle norme di accettazione ed ai requisiti di progetto. Per i prodotti non qualificati la direzione dei lavori dovrà effettuare presso laboratori ufficiali tutte le prove meccaniche e chimiche in numero atto a fornire l'approfondita conoscenza delle proprietà di ogni lotto di fornitura. Tutti gli oneri relativi alle prove sono a carico dell'appaltatore.
b) Controlli in corso di lavorazione
L'appaltatore dovrà essere in grado di documentare la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti certificati di qualificazione, fornendone a richiesta della direzione dei lavori una copia. In ogni caso, alla direzione dei lavori sarà riservata la facoltà di eseguire nel corso delle lavorazioni tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli certificati, che le strutture siano conformi ai disegni di progetto e che siano eseguite a perfetta regola d'arte. Ogni volta che le strutture lavorate sono pronte per il collaudo, l'appaltatore informerà tempestivamente la direzione dei lavori che, entro 8 giorni, darà risposta fissando la data per il collaudo.
c) Prove di carico e collaudo statico
In seguito alla realizzazione dell'opera, prima di procedere ad eventuali opere di finitura, l'appaltatore sarà tenuto ad invitare la direzione dei lavori per un'accurata visita preliminare delle strutture al fine di accertare che queste siano state eseguite in conformità ai relativi disegni di progetto, alle buone regole d'arte e a tutte le prescrizioni del contratto. Si procederà quindi alle prove di carico e al collaudo statico delle strutture; operazioni che verranno condotte conformemente alle vigenti leggi, a cura e spese dell'appaltatore.

- Sostituzione del tavolato esistente

L'appaltatore, dopo aver puntellato o eventualmente rafforzato gli elementi della struttura onde effettuare le opere di demolizione e di rimozione secondo le norme contenute nel presente capitolato, dovrà utilizzare per la sostituzione del tavolato esistente tavole in legno la cui essenza sarà quella prescritta dagli elaborati di progetto e le cui caratteristiche tecniche saranno conformi a quelle stabilite dall'art. "Legnami" del presente capitolato. Tali tavole dovranno avere uno spessore non inferiore a 4 cm ed essere rifilate, intestate e collegate alla struttura mediante chiodi e tenoni. Il tavolato così realizzato, se richiesto, dovrà essere connesso alle murature adiacenti secondo le modalità indicate dal precedente art. "Sostituzioni e collegamenti".

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO
La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite prelievi al fine accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore.
I prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi verrà redatto apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla costruzione.
a) Collaudo dei materiali
Quando i materiali destinati alla costruzione o alla riparazione di strutture provengono dagli stabilimenti di produzione per la successiva lavorazione o collocazione in cantiere, l'appaltatore ne darà comunicazione alla direzione dei lavori

specificando, per ogni fornitura, la distinta dei pezzi, il relativo peso, la destinazione e la documentazione di accompagnamento con relativi attestati di controllo e la dichiarazione che il prodotto è costruito nel rispetto delle norme vigenti (certificati di qualificazione). La direzione dei lavori avrà la facoltà, ogni volta che lo riterrà opportuno, di prelevare dei campioni da sottoporre a prova presso laboratori di sua scelta al fine di verificarne la rispondenza alle norme di accettazione ed ai requisiti di progetto. Per i prodotti non qualificati la direzione dei lavori dovrà effettuare presso laboratori ufficiali tutte le prove meccaniche e chimiche in numero atto a fornire l'approfondita conoscenza delle proprietà di ogni lotto di fornitura. Tutti gli oneri relativi alle prove sono a carico dell'appaltatore.

b) Controlli in corso di lavorazione

L'appaltatore dovrà essere in grado di documentare la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti certificati di qualificazione, fornendone a richiesta della direzione dei lavori una copia. In ogni caso, alla direzione dei lavori sarà riservata la facoltà di eseguire nel corso delle lavorazioni tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli certificati, che le strutture siano conformi ai disegni di progetto e che siano eseguite a perfetta regola d'arte. Ogni volta che le strutture lavorate sono pronte per il collaudo, l'appaltatore informerà tempestivamente la direzione dei lavori che, entro 8 giorni, darà risposta fissando la data per il collaudo.

c) Prove di carico e collaudo statico

In seguito alla realizzazione dell'opera, prima di procedere ad eventuali opere di finitura, l'appaltatore sarà tenuto ad invitare la direzione dei lavori per un'accurata visita preliminare delle strutture al fine di accertare che queste siano state eseguite in conformità ai relativi disegni di progetto, alle buone regole d'arte e a tutte le prescrizioni del contratto. Si procederà quindi alle prove di carico e al collaudo statico delle strutture; operazioni che verranno condotte conformemente alle vigenti leggi, a cura e spese dell'appaltatore.

- Restauro delle strutture lignee – Generalità

Prima di procedere a qualsiasi opera di consolidamento di strutture lignee, l'appaltatore dovrà eseguire le seguenti lavorazioni:

- pulizia accurata dell'elemento da consolidare che si effettuerà secondo le modalità prescritte dalla D.L.;
- analisi dettagliata delle parti da asportare e da ripristinare;
- puntellamento della struttura che grava sugli elementi da consolidare mediante il rivestimento dei carichi sulle parti sane o sulle murature adiacenti;
- accertamento delle cause del degrado della struttura;
- trattamento antiruggine ed antincendio degli elementi metallici di rinforzo.

L'appaltatore dovrà raccogliere e fornire all'amministrazione tutti i disegni costruttivi e le schede tecniche dei prodotti impiegati oltre alle prescrizioni attinenti la successiva manutenzione.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite prelievi al fine accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore.

I prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi verrà redatto apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla costruzione.

a) Collaudo dei materiali

Quando i materiali destinati alla costruzione o alla riparazione di strutture provengono dagli stabilimenti di produzione per la successiva lavorazione o collocazione in cantiere, l'appaltatore ne darà comunicazione alla direzione dei lavori specificando, per ogni fornitura, la distinta dei pezzi, il relativo peso, la destinazione e la documentazione di accompagnamento con relativi attestati di controllo e la dichiarazione che il prodotto è costruito nel rispetto delle norme vigenti (certificati di qualificazione). La direzione dei lavori avrà la facoltà, ogni volta che lo riterrà opportuno, di prelevare dei campioni da sottoporre a prova presso laboratori di sua scelta al fine di verificarne la rispondenza alle norme di accettazione ed ai requisiti di progetto. Per i prodotti non qualificati la direzione dei lavori dovrà effettuare presso laboratori ufficiali tutte le prove meccaniche e chimiche in numero atto a fornire l'approfondita conoscenza delle proprietà di ogni lotto di fornitura. Tutti gli oneri relativi alle prove sono a carico dell'appaltatore.

b) Controlli in corso di lavorazione

L'appaltatore dovrà essere in grado di documentare la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti certificati di qualificazione, fornendone a richiesta della direzione dei lavori una copia. In ogni caso, alla direzione dei lavori sarà riservata la facoltà di eseguire nel corso delle lavorazioni tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli certificati, che le strutture siano conformi ai disegni di progetto e che siano eseguite a perfetta regola d'arte. Ogni volta che le strutture lavorate sono pronte per il collaudo, l'appaltatore informerà tempestivamente la direzione dei lavori che, entro 8 giorni, darà risposta fissando la data per il collaudo.

c) Prove di carico e collaudo statico

In seguito alla realizzazione dell'opera, prima di procedere ad eventuali opere di finitura, l'appaltatore sarà tenuto ad invitare la direzione dei lavori per un'accurata visita preliminare delle strutture al fine di accertare che queste siano state eseguite in conformità ai relativi disegni di progetto, alle buone regole d'arte e a tutte le prescrizioni del contratto. Si procederà quindi alle prove di carico e al collaudo statico delle strutture; operazioni che verranno condotte conformemente alle vigenti leggi, a cura e spese dell'appaltatore.

- Ripristino di una struttura in legno mediante la ricostruzione della parte degradata con conglomerati

di resine e barre di armatura

La trasmissione delle tensioni in lavori di ricostruzione di parti in legno mediante conglomerati di resina sarà affidata a protesi costituite da barre di acciaio o di resina poliestere rinforzata con fibre di vetro; la sezione e la distribuzione delle barre saranno quelle prescritte dagli elaborati di progetto o ordinate dalla D.L. Una volta puntellata la struttura, l'appaltatore dovrà provvedere alla rimozione, nelle zone prospicienti l'elemento da ricostruire, di parti di pavimentazione, del manto di copertura con relativi tavolati di supporto, dei travetti di ripartizione e di parti della muratura che ammorsano la struttura; dovrà, quindi, asportare le parti di legno che a giudizio della D.L., non potranno essere risanate.
Ove espressamente richiesto, dovrà mantenere inalterata la sfoglia esterna del legno in modo da non arrecare nocumento a zone decorate e non interrompere il disegno delle fibre. L'appaltatore, inoltre, dovrà praticare nel legno sano dei fori aventi la profondità e l'inclinazione prescritte dagli elaborati di progetto.
Le barre, inserite negli appositi distanziatori e ben centrate, andranno applicate all'interno dei fori preventivamente puliti da ogni residuo di perforazione. La parte di legno degradata dovrà essere reintegrata con materiali dalle caratteristiche tecniche il più possibile simili a quelle del legno sano.
L'appaltatore potrà utilizzare solo dietro autorizzazione della D.L., betoncini di resina il cui inerte sarà costituito da un composto ben amalgamato di farina e trucioli di legno, di canne e altre sostanze vegetali secche, assolutamente scevre di impurità e compatibili con le resine.
Le casseforme lignee, il cui utilizzo e le cui dimensioni dovranno essere quelli prescritti dal progetto o richiesti dalla D.L., saranno interamente trattate con idonee sostanze disarmanti. Il getto del betoncino dovrà essere eseguito conformemente alle norme relative al confezionamento delle resine sintetiche contenute nell'art. "conglomerati di resina sintetica" del presente capitolato.
L'appaltatore, se richiesto, dovrà iniettare contemporaneamente al getto paste fluide di resina o di altri composti analoghi. Le casseforme potranno essere rimosse solo a presa avvenuta e la puntellatura potrà essere dismessa solo dopo la maturazione delle sostanze leganti.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite prelievi al fine accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore.
I prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi verrà redatto apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla costruzione.

a) Collaudo dei materiali

Quando i materiali destinati alla costruzione o alla riparazione di strutture provengono dagli stabilimenti di produzione per la successiva lavorazione o collocazione in cantiere, l'appaltatore ne darà comunicazione alla direzione dei lavori specificando, per ogni fornitura, la distinta dei pezzi, il relativo peso, la destinazione e la documentazione di accompagnamento con relativi attestati di controllo e la dichiarazione che il prodotto è costruito nel rispetto delle norme vigenti (certificati di qualificazione). La direzione dei lavori avrà la facoltà, ogni volta che lo riterrà opportuno, di prelevare dei campioni da sottoporre a prova presso laboratori di sua scelta al fine di verificarne la rispondenza alle norme di accettazione ed ai requisiti di progetto. Per i prodotti non qualificati la direzione dei lavori dovrà effettuare presso laboratori ufficiali tutte le prove meccaniche e chimiche in numero atto a fornire l'approfondita conoscenza delle proprietà di ogni lotto di fornitura. Tutti gli oneri relativi alle prove sono a carico dell'appaltatore.

b) Controlli in corso di lavorazione

L'appaltatore dovrà essere in grado di documentare la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti certificati di qualificazione, fornendone a richiesta della direzione dei lavori una copia. In ogni caso, alla direzione dei lavori sarà riservata la facoltà di eseguire nel corso delle lavorazioni tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli certificati, che le strutture siano conformi ai disegni di progetto e che siano eseguite a perfetta regola d'arte. Ogni volta che le strutture lavorate sono pronte per il collaudo, l'appaltatore informerà tempestivamente la direzione dei lavori che, entro 8 giorni, darà risposta fissando la data per il collaudo.

c) Prove di carico e collaudo statico

In seguito alla realizzazione dell'opera, prima di procedere ad eventuali opere di finitura, l'appaltatore sarà tenuto ad invitare la direzione dei lavori per un'accurata visita preliminare delle strutture al fine di accertare che queste siano state eseguite in conformità ai relativi disegni di progetto, alle buone regole d'arte e a tutte le prescrizioni del contratto. Si procederà quindi alle prove di carico e al collaudo statico delle strutture; operazioni che verranno condotte conformemente alle vigenti leggi, a cura e spese dell'appaltatore.

- Consolidamento di travi mediante rinforzo con elementi metallici

Il consolidamento di una struttura lignea mediante l'utilizzo di elementi metallici di rinforzo potrà essere effettuato solo quando non sarà realizzabile nessun altro tipo di sistema o quando gli elementi risulteranno ricoperti da controsoffitti. Gli elementi metallici dovranno essere preventivamente puliti, sgrassati, trattati con idonee sostanze antiruggine e forati in modo da permettere il collegamento con la trave. L'appaltatore, realizzati i puntellamenti e le rimozioni, farà eseguire

dei fori passanti lungo il piano longitudinale della trave; il diametro, la distribuzione e l'inclinazione (in genere 45 gradi) dei fori saranno stabiliti dagli elaborati di progetto.
Dovrà, quindi, sovrapporre un ferro piatto di dimensioni appropriate alla faccia della trave prevista dal progetto e praticare sul ferro, in corrispondenza dei fori, delle tacche; collegherà, infine, la piastra alla trave mediante chiavarde metalliche che serrerà con appositi bulloni.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO
La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite prelievi al fine accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore.
I prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi verrà redatto apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla costruzione.
a) Collaudo dei materiali
Quando i materiali destinati alla costruzione o alla riparazione di strutture provengono dagli stabilimenti di produzione per la successiva lavorazione o collocazione in cantiere, l'appaltatore ne darà comunicazione alla direzione dei lavori specificando, per ogni fornitura, la distinta dei pezzi, il relativo peso, la destinazione e la documentazione di accompagnamento con relativi attestati di controllo e la dichiarazione che il prodotto è costruito nel rispetto delle norme vigenti (certificati di qualificazione). La direzione dei lavori avrà la facoltà, ogni volta che lo riterrà opportuno, di prelevare dei campioni da sottoporre a prova presso laboratori di sua scelta al fine di verificarne la rispondenza alle norme di accettazione ed ai requisiti di progetto. Per i prodotti non qualificati la direzione dei lavori dovrà effettuare presso laboratori ufficiali tutte le prove meccaniche e chimiche in numero atto a fornire l'approfondita conoscenza delle proprietà di ogni lotto di fornitura. Tutti gli oneri relativi alle prove sono a carico dell'appaltatore.
b) Controlli in corso di lavorazione
L'appaltatore dovrà essere in grado di documentare la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti certificati di qualificazione, fornendone a richiesta della direzione dei lavori una copia. In ogni caso, alla direzione dei lavori sarà riservata la facoltà di eseguire nel corso delle lavorazioni tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli certificati, che le strutture siano conformi ai disegni di progetto e che siano eseguite a perfetta regola d'arte. Ogni volta che le strutture lavorate sono pronte per il collaudo, l'appaltatore informerà tempestivamente la direzione dei lavori che, entro 8 giorni, darà risposta fissando la data per il collaudo.
c) Prove di carico e collaudo statico
In seguito alla realizzazione dell'opera, prima di procedere ad eventuali opere di finitura, l'appaltatore sarà tenuto ad invitare la direzione dei lavori per un'accurata visita preliminare delle strutture al fine di accertare che queste siano state eseguite in conformità ai relativi disegni di progetto, alle buone regole d'arte e a tutte le prescrizioni del contratto. Si procederà quindi alle prove di carico e al collaudo statico delle strutture; operazioni che verranno condotte conformemente alle vigenti leggi, a cura e spese dell'appaltatore.

- Consolidamento di travi mediante profili metallici posti all'estradosso

Trascorsi alcuni giorni l'appaltatore dovrà riportare in tiro le chiavarde serrando ulteriormente i bulloni. Se i lavori di consolidamento dovranno necessariamente essere eseguiti all'estradosso delle travi, l'appaltatore, dopo aver rimosso la pavimentazione ed l'assetto di sottofondo, potrà eseguire i trattamenti preliminari previsti collocando in corrispondenza dell'estradosso delle travi dei profilati metallici dalle dimensioni stabilite dagli elaborati di progetto. Realizzerà, quindi, i collegamenti tra la trave in legno e quella in ferro mediante apposite cravatte metalliche, preventivamente pulite, sgrassate e trattate con sostanze antiruggine, aventi passo e dimensione prescritti dagli elaborati di progetto. Le cravatte dovranno essere "tirate" in modo da trasmettere uniformemente il carico del solaio e della trave in legno sulle putrelle metalliche.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO
La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite prelievi al fine accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore.
I prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi verrà redatto apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla costruzione.
a) Collaudo dei materiali
Quando i materiali destinati alla costruzione o alla riparazione di strutture provengono dagli stabilimenti di produzione per la successiva lavorazione o collocazione in cantiere, l'appaltatore ne darà comunicazione alla direzione dei lavori specificando, per ogni fornitura, la distinta dei pezzi, il relativo peso, la destinazione e la documentazione di accompagnamento con relativi attestati di controllo e la dichiarazione che il prodotto è costruito nel rispetto delle norme vigenti (certificati di qualificazione). La direzione dei lavori avrà la facoltà, ogni volta che lo riterrà opportuno, di prelevare dei campioni da sottoporre a prova presso laboratori di sua scelta al fine di verificarne la rispondenza alle norme di accettazione ed ai requisiti di progetto. Per i prodotti non qualificati la direzione dei lavori dovrà effettuare presso laboratori ufficiali tutte le prove meccaniche e chimiche in numero atto a fornire l'approfondita conoscenza delle proprietà di ogni lotto di fornitura. Tutti gli oneri relativi alle prove sono a carico dell'appaltatore.
b) Controlli in corso di lavorazione

L’appaltatore dovrà essere in grado di documentare la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti certificati di qualificazione, fornendone a richiesta della direzione dei lavori una copia. In ogni caso, alla direzione dei lavori sarà riservata la facoltà di eseguire nel corso delle lavorazioni tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli certificati, che le strutture siano conformi ai disegni di progetto e che siano eseguite a perfetta regola d’arte. Ogni volta che le strutture lavorate sono pronte per il collaudo, l’appaltatore informerà tempestivamente la direzione dei lavori che, entro 8 giorni, darà risposta fissando la data per il collaudo.

c) Prove di carico e collaudo statico

In seguito alla realizzazione dell’opera, prima di procedere ad eventuali opere di finitura, l’appaltatore sarà tenuto ad invitare la direzione dei lavori per un’accurata visita preliminare delle strutture al fine di accertare che queste siano state eseguite in conformità ai relativi disegni di progetto, alle buone regole d’arte e a tutte le prescrizioni del contratto. Si procederà quindi alle prove di carico e al collaudo statico delle strutture; operazioni che verranno condotte conformemente alle vigenti leggi, a cura e spese dell’appaltatore.

- Consolidamento di travi mediante profili metallici posti all’intradosso

L’intervento potrà essere realizzato esclusivamente su strutture lignee prive di decorazioni o su travi nascoste da un controsoffitto di cui si possano sostituire gli elementi. L’appaltatore dopo avere ricavato nella muratura gli alloggiamenti adatti alle teste dei profili metallici di rinforzo, potrà collocare all’intradosso della struttura, in aderenza ai lati delle travi, due putrelle dalle dimensioni indicate dagli elaborati di progetto. In seguito, effettuerà il collegamento tra le putrelle e la trave mediante cravatte metalliche aventi il passo e la sezione stabiliti dagli elaborati di progetto; se le putrelle ed i travetti della struttura non dovessero risultare ovunque in aderenza, dovranno essere predisposti dei ringrossi mediante biette di legno. Se previsto, la putrella dovrà essere collocata direttamente sotto la trave lignea. Se la D.L., lo riterrà necessario, dovranno essere messe in opera putrelle rompitratta disposte trasversalmente alla trave lignea.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite prelievi al fine accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore.

I prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi verrà redatto apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell’appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla costruzione.

a) Collaudo dei materiali

Quando i materiali destinati alla costruzione o alla riparazione di strutture provengono dagli stabilimenti di produzione per la successiva lavorazione o collocazione in cantiere, l’appaltatore ne darà comunicazione alla direzione dei lavori specificando, per ogni fornitura, la distinta dei pezzi, il relativo peso, la destinazione e la documentazione di accompagnamento con relativi attestati di controllo e la dichiarazione che il prodotto è costruito nel rispetto delle norme vigenti (certificati di qualificazione). La direzione dei lavori avrà la facoltà, ogni volta che lo riterrà opportuno, di prelevare dei campioni da sottoporre a prova presso laboratori di sua scelta al fine di verificarne la rispondenza alle norme di accettazione ed ai requisiti di progetto. Per i prodotti non qualificati la direzione dei lavori dovrà effettuare presso laboratori ufficiali tutte le prove meccaniche e chimiche in numero atto a fornire l’approfondita conoscenza delle proprietà di ogni lotto di fornitura. Tutti gli oneri relativi alle prove sono a carico dell’appaltatore.

b) Controlli in corso di lavorazione

L’appaltatore dovrà essere in grado di documentare la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti certificati di qualificazione, fornendone a richiesta della direzione dei lavori una copia. In ogni caso, alla direzione dei lavori sarà riservata la facoltà di eseguire nel corso delle lavorazioni tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli certificati, che le strutture siano conformi ai disegni di progetto e che siano eseguite a perfetta regola d’arte. Ogni volta che le strutture lavorate sono pronte per il collaudo, l’appaltatore informerà tempestivamente la direzione dei lavori che, entro 8 giorni, darà risposta fissando la data per il collaudo.

c) Prove di carico e collaudo statico

In seguito alla realizzazione dell’opera, prima di procedere ad eventuali opere di finitura, l’appaltatore sarà tenuto ad invitare la direzione dei lavori per un’accurata visita preliminare delle strutture al fine di accertare che queste siano state eseguite in conformità ai relativi disegni di progetto, alle buone regole d’arte e a tutte le prescrizioni del contratto. Si procederà quindi alle prove di carico e al collaudo statico delle strutture; operazioni che verranno condotte conformemente alle vigenti leggi, a cura e spese dell’appaltatore.

- Controventatura ed irrigidimento di struttura piana mediante tiranti posti all’intradosso o all’estradosso

I lavori di controventatura e d’irrigidimento di una struttura piana verranno preceduti dall’individuazione delle diagonali della struttura e dall’esecuzione di perforazioni di dimensioni atte a permettere l’alloggiamento dei tiranti. I piani di appoggio dall’andamento normale alla direttrice delle diagonali dovranno essere predisposte in corrispondenza dei fori d’uscita e spianati con malta cementizia in modo da consentire la successiva collocazione delle piastre d’ancoraggio. L’appaltatore eseguirà l’ancoraggio dei tiranti alla piastra metallica secondo le disposizioni della D.L.

mediante cunei o dadi. Se s'impiegheranno i cunei, la parte terminale del tirante avrà una sezione piatta in cui verrà praticata un'asola, se, invece, s'impiegheranno i dadi, il tirante terminerà con una sezione tonda in cui verrà applicata la piastra d'ancoraggio preventivamente forata.
In ogni caso, i tiranti saranno pretesi e collegati rispettivamente ad ogni trave della struttura a mezzo di cravatte metalliche ripiegate ad U e chiodate. Le dimensioni degli elementi metallici saranno quelle stabilite dagli elaborati di progetto. Infine, i lavori si concluderanno con la risarcitura dei fori della muratura con malta cementizia.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO
La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite prelievi al fine accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore.
I prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi verrà redatto apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla costruzione.
a) Collaudo dei materiali
Quando i materiali destinati alla costruzione o alla riparazione di strutture provengono dagli stabilimenti di produzione per la successiva lavorazione o collocazione in cantiere, l'appaltatore ne darà comunicazione alla direzione dei lavori specificando, per ogni fornitura, la distinta dei pezzi, il relativo peso, la destinazione e la documentazione di accompagnamento con relativi attestati di controllo e la dichiarazione che il prodotto è costruito nel rispetto delle norme vigenti (certificati di qualificazione). La direzione dei lavori avrà la facoltà, ogni volta che lo riterrà opportuno, di prelevare dei campioni da sottoporre a prova presso laboratori di sua scelta al fine di verificarne la rispondenza alle norme di accettazione ed ai requisiti di progetto. Per i prodotti non qualificati la direzione dei lavori dovrà effettuare presso laboratori ufficiali tutte le prove meccaniche e chimiche in numero atto a fornire l'approfondita conoscenza delle proprietà di ogni lotto di fornitura. Tutti gli oneri relativi alle prove sono a carico dell'appaltatore.
b) Controlli in corso di lavorazione
L'appaltatore dovrà essere in grado di documentare la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti certificati di qualificazione, fornendone a richiesta della direzione dei lavori una copia. In ogni caso, alla direzione dei lavori sarà riservata la facoltà di eseguire nel corso delle lavorazioni tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli certificati, che le strutture siano conformi ai disegni di progetto e che siano eseguite a perfetta regola d'arte. Ogni volta che le strutture lavorate sono pronte per il collaudo, l'appaltatore informerà tempestivamente la direzione dei lavori che, entro 8 giorni, darà risposta fissando la data per il collaudo.
c) Prove di carico e collaudo statico
In seguito alla realizzazione dell'opera, prima di procedere ad eventuali opere di finitura, l'appaltatore sarà tenuto ad invitare la direzione dei lavori per un'accurata visita preliminare delle strutture al fine di accertare che queste siano state eseguite in conformità ai relativi disegni di progetto, alle buone regole d'arte e a tutte le prescrizioni del contratto. Si procederà quindi alle prove di carico e al collaudo statico delle strutture; operazioni che verranno condotte conformemente alle vigenti leggi, a cura e spese dell'appaltatore.

- Consolidamento di struttura piana mediante getto di cappa in cemento armato

Rimossi l'intonaco delle murature perimetrali, la pavimentazione ed il sottofondo fino al rinvenimento della struttura, l'appaltatore provvederà alla sigillatura, da eseguire con i materiali ritenuti più idonei dalla D.L., delle cavità e delle zone dove si potrebbero verificare infiltrazioni pericolose per l'integrità delle superfici di particolare valore artistico presenti all'intradosso. L'armatura metallica di rinforzo dalla maglia e dal diametro prescritti dagli elaborati di progetto, dovrà essere collegata alla sottostante struttura lignea mediante chiodi appositamente forgiati o staffe. Infine, si eseguirà il getto di conglomerato cementizio avente i requisiti richiesti dagli elaborati di progetto applicandolo a fasce di spessore omogeneo.
Ove previsto negli elaborati di progetto l'appaltatore dovrà realizzare l'inserimento all'interno dei setti murari, in senso obliquo, di barre annegate in malta o in resina epossidica. Le barre (dimensionate secondo indicazioni di progetto) andranno ripiegate sulla rete elettrosaldata in modo da garantire continuità tra solaio e murature perimetrali.
Obiettivo principale, oltre a quello di irrigidire ed aumentare la portata del solaio, sarà realizzare la connessione legno calcestruzzo in modo tale che la sezione mista, in fase di esercizio, si comporti omogeneamente. La connessione non deve avere scorrimenti, i due materiali devono agire solidalmente. Le connessioni che dovranno garantire la continuità legno/calcestruzzo potranno essere realizzate puntiformi o continue, fissate a secco o con collanti, con il carico sempre ripartito dalla rete elettrosaldata.
Connessioni puntiformi
L'armatura metallica di rinforzo, costruita con la maglia ed il diametro prescritti dagli elaborati di progetto dovrà essere collegata alla sottostante struttura lignea mediante chiodi appositamente forgiati, staffe, viti, tirafondi, specifici connettori ad aderenza migliorata. I connettori dovranno essere posizionati in modo puntiforme ed essere fissati a secco o annegati in resina epossidica.
Connessione continua
Prima di collocare la rete elettrosaldata l'appaltatore dovrà irrigidire il solaio tramite l'innesto nelle travi di speciali tralicci metallici prefabbricati (diametro mm 12, h. cm 15) fissandoli tramite malte epossidiche. La collocazione dei tralicci avverrà previa apposita fresatura delle travi. In alternativa, l'appaltatore potrà utilizzare tralicci fissati a secco con viti sull'estradosso delle travi. Se richiesto, nello spazio libero fra i tralicci l'appaltatore dovrà collocare pannelli in materiale isolante aventi la funzione di alleggerire della soletta in calcestruzzo e di isolarla.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite prelievi al fine accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore.

I prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi verrà redatto apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla costruzione.

a) Collaudo dei materiali

Quando i materiali destinati alla costruzione o alla riparazione di strutture provengono dagli stabilimenti di produzione per la successiva lavorazione o collocazione in cantiere, l'appaltatore ne darà comunicazione alla direzione dei lavori specificando, per ogni fornitura, la distinta dei pezzi, il relativo peso, la destinazione e la documentazione di accompagnamento con relativi attestati di controllo e la dichiarazione che il prodotto è costruito nel rispetto delle norme vigenti (certificati di qualificazione). La direzione dei lavori avrà la facoltà, ogni volta che lo riterrà opportuno, di prelevare dei campioni da sottoporre a prova presso laboratori di sua scelta al fine di verificarne la rispondenza alle norme di accettazione ed ai requisiti di progetto. Per i prodotti non qualificati la direzione dei lavori dovrà effettuare presso laboratori ufficiali tutte le prove meccaniche e chimiche in numero atto a fornire l'approfondita conoscenza delle proprietà di ogni lotto di fornitura. Tutti gli oneri relativi alle prove sono a carico dell'appaltatore.

b) Controlli in corso di lavorazione

L'appaltatore dovrà essere in grado di documentare la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti certificati di qualificazione, fornendone a richiesta della direzione dei lavori una copia. In ogni caso, alla direzione dei lavori sarà riservata la facoltà di eseguire nel corso delle lavorazioni tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli certificati, che le strutture siano conformi ai disegni di progetto e che siano eseguite a perfetta regola d'arte. Ogni volta che le strutture lavorate sono pronte per il collaudo, l'appaltatore informerà tempestivamente la direzione dei lavori che, entro 8 giorni, darà risposta fissando la data per il collaudo.

c) Prove di carico e collaudo statico

In seguito alla realizzazione dell'opera, prima di procedere ad eventuali opere di finitura, l'appaltatore sarà tenuto ad invitare la direzione dei lavori per un'accurata visita preliminare delle strutture al fine di accertare che queste siano state eseguite in conformità ai relativi disegni di progetto, alle buone regole d'arte e a tutte le prescrizioni del contratto. Si procederà quindi alle prove di carico e al collaudo statico delle strutture; operazioni che verranno condotte conformemente alle vigenti leggi, a cura e spese dell'appaltatore.

- Irrigidimento di struttura piana mediante sovrapposizione di un nuovo tavolato

L'appaltatore, rimossa l'eventuale pavimentazione con il relativo sottofondo, eseguirà un accurato controllo dello stato di conservazione del tavolato preesistente integrando le parti deteriorate e chiodando quelle distaccate, previa accurata pulitura di tutto l'assito tramite impiego di aria compressa, stracci, scope, aspiratori; provvederà al trattamento della struttura lignea con doppia mano di olio di lino cotto o con altri materiali previsti in progetto; collocherà quindi, il nuovo tavolato dallo spessore non inferiore ai cm 4 livellandolo e chiodandolo a quello sottostante, mediante apposite linguette o tenoni. L'appaltatore, demolito l'intonaco corrispondente alla sezione di contatto, dovrà ammorsare il tavolato ai muri perimetrali interponendovi cunei di legno duro o altri dispositivi ritenuti idonei dalla D.L.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite prelievi al fine accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore.

I prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi verrà redatto apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla costruzione.

a) Collaudo dei materiali

Quando i materiali destinati alla costruzione o alla riparazione di strutture provengono dagli stabilimenti di produzione per la successiva lavorazione o collocazione in cantiere, l'appaltatore ne darà comunicazione alla direzione dei lavori specificando, per ogni fornitura, la distinta dei pezzi, il relativo peso, la destinazione e la documentazione di accompagnamento con relativi attestati di controllo e la dichiarazione che il prodotto è costruito nel rispetto delle norme vigenti (certificati di qualificazione). La direzione dei lavori avrà la facoltà, ogni volta che lo riterrà opportuno, di prelevare dei campioni da sottoporre a prova presso laboratori di sua scelta al fine di verificarne la rispondenza alle norme di accettazione ed ai requisiti di progetto. Per i prodotti non qualificati la direzione dei lavori dovrà effettuare presso laboratori ufficiali tutte le prove meccaniche e chimiche in numero atto a fornire l'approfondita conoscenza delle proprietà di ogni lotto di fornitura. Tutti gli oneri relativi alle prove sono a carico dell'appaltatore.

b) Controlli in corso di lavorazione

L'appaltatore dovrà essere in grado di documentare la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti certificati di qualificazione, fornendone a richiesta della direzione dei lavori una copia. In ogni caso, alla direzione dei lavori sarà riservata la facoltà di eseguire nel corso delle lavorazioni tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli certificati, che le strutture siano conformi ai disegni di progetto e che siano eseguite a perfetta regola d'arte. Ogni volta che le strutture lavorate sono pronte per il collaudo, l'appaltatore informerà tempestivamente la direzione dei lavori che, entro 8 giorni, darà risposta fissando la data per il collaudo.

c) Prove di carico e collaudo statico
In seguito alla realizzazione dell'opera, prima di procedere ad eventuali opere di finitura, l'appaltatore sarà tenuto ad invitare la direzione dei lavori per un'accurata visita preliminare delle strutture al fine di accertare che queste siano state eseguite in conformità ai relativi disegni di progetto, alle buone regole d'arte e a tutte le prescrizioni del contratto. Si procederà quindi alle prove di carico e al collaudo statico delle strutture; operazioni che verranno condotte conformemente alle vigenti leggi, a cura e spese dell'appaltatore.

- Restauro di strutture lignee tramite impregnazione consolidante

L'impregnazione consolidante dovrà avere lo scopo di introdurre nel legno degradato e fessurato una sostanza legante che, penetrando in profondità, conferisca un apprezzabile aumento delle caratteristiche meccaniche del legno. L'appaltatore dovrà realizzare la lavorazione in modo da garantire la penetrazione della sostanza consolidante fino agli strati più interni del legno, così da assicurare che il miglioramento delle caratteristiche meccaniche e di resistenza degli attacchi degli agenti chimici o biologici coinvolga l'intera sezione lignea.
I sistemi di consolidamento potranno prevedere l'utilizzo di sostanze a base di resine acriliche, epossidiche o poliuretaniche a basso peso molecolare e con una viscosità inferiore a 10 cPs.
I metodi di applicazione sono i seguenti:
Applicazione a pennello – Dopo aver accuratamente pulito e/o neutralizzato la superficie da trattare si applicherà la soluzione di resina a pennello morbido fino a rifiuto. L'applicazione della sostanza impregnante andrà iniziata con una resina in soluzione particolarmente diluita; in seguito l'operatore aumenterà la concentrazione fino ad effettuare la mano finale con una concentrazione superiore. (accertarsi col produttore sulla possibilità di diluire la resina in solvente senza comprometterne le caratteristiche richieste)
Applicazione a spruzzo – Dopo avere accuratamente pulito e/o neutralizzato con solvente la superficie da impregnare si applicherà la soluzione a spruzzo fino a rifiuto.
Applicazione mediante iniezioni – Si introdurranno nel legno da impregnare degli appositi iniettori con getto variabile (2/4,5 mm). L'iniettore posto in profondità nel legno dovrà permettere la diffusione della sostanza impregnante nelle zone più profonde. La sostanza consolidante sarà introdotta tramite un'apposita apparecchiatura che inietti la resina in pressione; la pressione sarà stabilita caso per caso in funzione dello stato di conservazione dell'elemento ligneo. L'apparecchiatura, costituita da un gruppo compressore completo di una pistola in grado di iniettare la resina tramite gli iniettori precedentemente infissi nel legno. Il numero d'iniettori e la loro distanza saranno stabiliti dalla D.L. in funzione del grado di consolidamento che si vorrà ottenere. Alla fine dei lavori, dopo l'estrazione dell'iniettore l'operatore dovrà ricostruire la continuità della superficie lignea mediante l'introduzione di piccoli tappi o la realizzazione di stuccature con una miscela di resina epossidica e di segatura di legno. L'impregnazione dovrà garantire l'apprezzabile miglioramento delle caratteristiche meccaniche. È richiesto che il trattamento di consolidamento del legno soddisfi i seguenti requisiti:
– dovrà essere ripristinata la continuità delle fibre legnose sia a livello intercellulare sia a livello microscopico;
– dovrà essere garantita, tramite prove di applicazione, la reversibilità del trattamento in modo da non pregiudicare un successivo intervento migliorativo;
– dovrà essere consentita una buona traspirazione, per permettere migrazioni di vapor d'acqua senza creare sollecitazioni meccaniche;
– negli apparati a vista dovranno essere mantenute, se richiesto, le cromie originali evitando che il legno assuma colorazioni e/o brillantezze non desiderate;
– il materiale consolidante dovrà avere caratteristiche di elasticità compatibili con le proprietà del legno, in particolare il valore del modulo elastico della resina dovrà essere dello simile a quello del legno da consolidare.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO
La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite prelievi al fine accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore. I prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi verrà redatto apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla costruzione.

- Disinfestazione del legno

Sono rari i casi in cui il legno sia infestato con valori di umidità inferiore al 22%. Risulta chiaro, che, in ogni caso, l'intervento complessivo sulla fabbrica deve garantire che le strutture lignee in una fase successiva al trattamento disinfestante, possano assumere valori di umidità tali da permettere nuovi attacchi. L'appaltatore nell'eseguire i trattamenti antisettici delle strutture lignee con le sostanze chimiche prescritte dovrà seguire in tutto o in parte le seguenti modalità:
– la sostanza biocida dovrà agire direttamente sulle larve e sulle crisalidi in modo da ucciderle;
– tutte le zone con superfici esposte dovranno essere trattate con insetticida e con biocidi fluidi ad alta penetrazione al fine di creare una zona impregnata di veleno, attraverso la quale dovrà passare l'insetto xilofago per uscire in superficie;
– il trattamento superficiale dovrà lasciare uno strato di insetticida sulla superficie e in tutte le fessure del legno;

– gli insetti dannosi provenienti da altre zone saranno eliminati entrando in contatto con la zona trattata e le uova depositate in superficie si atrofizzeranno e/o saranno distrutte, mentre le larve che stanno nascendo moriranno prima di penetrare nel legno;
– tutti i legni che hanno subito un attacco in profondità deteriorandosi dovranno essere sottoposti un intervento di consolidamento;
– l'intervento di disinfestazione dovrà essere in grado di eliminare gli agenti biologici e di prevenire eventuali infestazioni future.

La disinfestazione essere eseguita nel periodo di maggiore attività dell'insetto o quando si trova più vicino alla superficie (primavera o inizio estate).
La sostanza disinfestante andrà applicata a spruzzo o a pennello, ripetendo il trattamento 2-3 volte consecutive al fine di farla penetrare in profondità. Sarà escluso l'uso di prodotti in soluzione acquosa in quanto la loro capacità di penetrazione dipende dall'umidità del legno; nei casi in cui sia previsto l'esclusivo impiego di questi insetticidi sarà indispensabile, prima di ogni applicazione, bagnare ripetutamente il legno con acqua.
Gli insetticidi in solvente organico possiedono una maggiore capacità di penetrazione nel legno secco e attraverso un processo di diffusione capillare sono diffusamente distribuirsi nei tessuti legnosi in profondità. L'appaltatore dovrà porre la massima cautela contro eventuali effetti negativi causati dall'odore penetrante e sgradevole.
Gli insetticidi dovranno risultare atossici per gli operatori, avere stabilità alla luce ed all'azione dei raggi UV e non dovranno produrre, sulla superficie del legno, nessun tipo di alterazione cromatica.
Dopo aver effettuato la disinfestazione l'appaltatore dovrà eliminare eventuali parti dimesse di legno infestato e tratterà anche le parti della muratura presumibilmente inquinate.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO
La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite prelievi al fine accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore. I prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi verrà redatto apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla costruzione.

- Consolidamento di strutture in ferro - Generalità

Prima di eseguire qualsiasi intervento di consolidamento di strutture in ferro, l'appaltatore dovrà effettuare:
– il puntellamento dell'intera struttura o, a discrezione della D.L., solo delle zone in cui si dovrà realizzare il consolidamento;
– la demolizione e rimozione manuale, delle parti prospicienti i lavori al fine di scoprire la ali e le anime delle putrelle;
– la pulizia delle putrelle con mola a smeriglio o don i sistemi indicati dalla D.L. al fine d'eliminare qualsiasi residuo di malta e/o di ruggine;
– la sostituzione totale o parziale, se richiesto dagli elaborati di progetto, degli elementi di alleggerimento ed il miglioramento del sistema d'ancoraggio delle putrelle ai muri.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO
La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo al fine accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore.
a) Collaudo dei materiali
Quando i materiali destinati alla costruzione o alla riparazione di strutture provengono dagli stabilimenti di produzione per la successiva lavorazione o collocazione in cantiere, l'appaltatore ne darà comunicazione alla direzione dei lavori specificando, per ogni fornitura, la distinta dei pezzi, il relativo peso, la destinazione e la documentazione di accompagnamento con relativi attestati di controllo e la dichiarazione che il prodotto è costruito nel rispetto delle norme vigenti (certificati di qualificazione). La direzione dei lavori avrà la facoltà, ogni volta che lo riterrà opportuno, di prelevare dei campioni da sottoporre a prova presso laboratori di sua scelta al fine di verificarne la rispondenza alle norme di accettazione ed ai requisiti di progetto. Per i prodotti non qualificati la direzione dei lavori dovrà effettuare presso laboratori ufficiali tutte le prove meccaniche e chimiche in numero atto a fornire l'approfondita conoscenza delle proprietà di ogni lotto di fornitura. Tutti gli oneri relativi alle prove sono a carico dell'appaltatore.
b) Controlli in corso di lavorazione
L'appaltatore dovrà essere in grado di documentare la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti certificati di qualificazione, fornendone a richiesta della direzione dei lavori una copia. In ogni caso, alla direzione dei lavori sarà riservata la facoltà di eseguire nel corso delle lavorazioni tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli certificati, che le strutture siano conformi ai disegni di progetto e che siano eseguite a perfetta regola d'arte. Ogni volta che le strutture lavorate sono pronte per il collaudo, l'appaltatore informerà tempestivamente la direzione dei lavori che, entro 8 giorni, darà risposta fissando la data per il collaudo.
c) Prove di carico e collaudo statico
In seguito alla realizzazione dell'opera, prima di procedere ad eventuali opere di finitura, l'appaltatore sarà tenuto ad invitare la direzione dei lavori per un'accurata visita preliminare delle strutture al fine di accertare che queste siano state eseguite in conformità ai relativi disegni di progetto, alle buone regole d'arte e a tutte le prescrizioni del contratto. Si procederà quindi alle prove di carico e al collaudo statico delle strutture; operazioni che verranno condotte conformemente alle vigenti leggi, a cura e spese dell'appaltatore.

– Consolidamento estradossale di struttura piana con intervento sulle travi

L'appaltatore, rimossi i pavimenti ed il sottofondo fino al rinvenimento dell'ala della putrella e dell'estradosso del piano in laterizio, dovrà demolire, in presenza di volterrane o pignatte, il diaframma delle celle contigue al ferro per tutta la sua lunghezza e rinforzare le putrelle mediante il fissaggio di staffe che, posizionate lungo l'intera luce della trave, dovranno avere l'interasse (15-20 cm) e l'inclinazione (45 gradi sull'orizzonte) prescritti dagli elaborati di progetto o richiesti dalla D.L. Fisserà, quindi, le staffe saldando sulle ali superiori delle putrelle dei tondini di ferro posti longitudinalmente alla trave oppure impiegherà i sistemi descritti negli elaborati di progetto o ordinati dalla D.L. Eseguirà, infine, dopo aver irrorato con acqua il piano laterizio, un getto di calcestruzzo in modo da ricoprire uniformemente l'ala superiore delle travi.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo al fine accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore.

a) Collaudo dei materiali

Quando i materiali destinati alla costruzione o alla riparazione di strutture provengono dagli stabilimenti di produzione per la successiva lavorazione o collocazione in cantiere, l'appaltatore ne darà comunicazione alla direzione dei lavori specificando, per ogni fornitura, la distinta dei pezzi, il relativo peso, la destinazione e la documentazione di accompagnamento con relativi attestati di controllo e la dichiarazione che il prodotto è costruito nel rispetto delle norme vigenti (certificati di qualificazione). La direzione dei lavori avrà la facoltà, ogni volta che lo riterrà opportuno, di prelevare dei campioni da sottoporre a prova presso laboratori di sua scelta al fine di verificarne la rispondenza alle norme di accettazione ed ai requisiti di progetto. Per i prodotti non qualificati la direzione dei lavori dovrà effettuare presso laboratori ufficiali tutte le prove meccaniche e chimiche in numero atto a fornire l'approfondita conoscenza delle proprietà di ogni lotto di fornitura. Tutti gli oneri relativi alle prove sono a carico dell'appaltatore.

b) Controlli in corso di lavorazione

L'appaltatore dovrà essere in grado di documentare la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti certificati di qualificazione, fornendone a richiesta della direzione dei lavori una copia. In ogni caso, alla direzione dei lavori sarà riservata la facoltà di eseguire nel corso delle lavorazioni tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli certificati, che le strutture siano conformi ai disegni di progetto e che siano eseguite a perfetta regola d'arte. Ogni volta che le strutture lavorate sono pronte per il collaudo, l'appaltatore informerà tempestivamente la direzione dei lavori che, entro 8 giorni, darà risposta fissando la data per il collaudo.

c) Prove di carico e collaudo statico

In seguito alla realizzazione dell'opera, prima di procedere ad eventuali opere di finitura, l'appaltatore sarà tenuto ad invitare la direzione dei lavori per un'accurata visita preliminare delle strutture al fine di accertare che queste siano state eseguite in conformità ai relativi disegni di progetto, alle buone regole d'arte e a tutte le prescrizioni del contratto. Si procederà quindi alle prove di carico e al collaudo statico delle strutture; operazioni che verranno condotte conformemente alle vigenti leggi, a cura e spese dell'appaltatore.

– Consolidamento intradossale di una struttura piana con posa in opera di un nuovo sistema di travi in ferro

L'appaltatore dovrà, in caso di consolidamento di strutture ad orditura semplice, collocare in opera delle travi rompitratta posizionandole in direzione ortogonale rispetto a quelle esistenti; in caso di consolidamento di strutture ad orditura doppia, egli dovrà accoppiare, lungo la direzione delle travi esistenti, al sistema primario uno secondario. In entrambi i sistemi, il collegamento fra gli elementi metallici verrà eseguito interponendo un'idonea piastra di ripartizione e saldando le travi tra di loro. I profili, le sezioni, gli interassi ed i sistemi di collegamento delle teste delle travi alla muratura saranno quelli stabiliti dagli elaborati di progetto.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo al fine accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore.

a) Collaudo dei materiali

Quando i materiali destinati alla costruzione o alla riparazione di strutture provengono dagli stabilimenti di produzione per la successiva lavorazione o collocazione in cantiere, l'appaltatore ne darà comunicazione alla direzione dei lavori specificando, per ogni fornitura, la distinta dei pezzi, il relativo peso, la destinazione e la documentazione di accompagnamento con relativi attestati di controllo e la dichiarazione che il prodotto è costruito nel rispetto delle norme vigenti (certificati di qualificazione). La direzione dei lavori avrà la facoltà, ogni volta che lo riterrà opportuno, di prelevare dei campioni da sottoporre a prova presso laboratori di sua scelta al fine di verificarne la rispondenza alle norme di accettazione ed ai requisiti di progetto. Per i prodotti non qualificati la direzione dei lavori dovrà effettuare presso laboratori ufficiali tutte le prove meccaniche e chimiche in numero atto a fornire l'approfondita conoscenza delle proprietà di ogni lotto di fornitura. Tutti gli oneri relativi alle prove sono a carico dell'appaltatore.

b) Controlli in corso di lavorazione

L'appaltatore dovrà essere in grado di documentare la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti certificati di qualificazione, fornendone a richiesta della direzione dei lavori una copia. In ogni caso, alla direzione dei lavori sarà riservata la facoltà di eseguire nel corso delle lavorazioni tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli certificati, che le strutture siano conformi ai disegni di

progetto e che siano eseguite a perfetta regola d'arte. Ogni volta che le strutture lavorate sono pronte per il collaudo, l'appaltatore informerà tempestivamente la direzione dei lavori che, entro 8 giorni, darà risposta fissando la data per il collaudo.

c) Prove di carico e collaudo statico

In seguito alla realizzazione dell'opera, prima di procedere ad eventuali opere di finitura, l'appaltatore sarà tenuto ad invitare la direzione dei lavori per un'accurata visita preliminare delle strutture al fine di accertare che queste siano state eseguite in conformità ai relativi disegni di progetto, alle buone regole d'arte e a tutte le prescrizioni del contratto. Si procederà quindi alle prove di carico e al collaudo statico delle strutture; operazioni che verranno condotte conformemente alle vigenti leggi, a cura e spese dell'appaltatore.

- *Consolidamento estradossale di struttura*

piana mediante realizzazione di cappa in cemento armato

L'appaltatore, eseguite le rimozioni e le demolizioni prescritte, dovrà saldare alle putrelle dei tondini di ferro distanziandoli fra loro di circa 10-15 cm o dei tondini sagomati a zig-zag in modo da realizzare un'efficace coazione fra le travi preesistenti e la cappa armata. In seguito, dovrà sovrapporre al piano della struttura un'armatura incrociata e predisporre il prescritto numero di collegamenti ai muri perimetrali. L'armatura incrociata dovrà avere la sezione e la maglia prescritta dagli elaborati di progetto o stabilita dalla D.L. Il getto del calcestruzzo verrà eseguito e distribuito in modo uniforme solo dopo abbondante irrorazione con acqua dell'estradosso.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo al fine accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore.

a) Collaudo dei materiali

Quando i materiali destinati alla costruzione o alla riparazione di strutture provengono dagli stabilimenti di produzione per la successiva lavorazione o collocazione in cantiere, l'appaltatore ne darà comunicazione alla direzione dei lavori specificando, per ogni fornitura, la distinta dei pezzi, il relativo peso, la destinazione e la documentazione di accompagnamento con relativi attestati di controllo e la dichiarazione che il prodotto è costruito nel rispetto delle norme vigenti (certificati di qualificazione). La direzione dei lavori avrà la facoltà, ogni volta che lo riterrà opportuno, di prelevare dei campioni da sottoporre a prova presso laboratori di sua scelta al fine di verificarne la rispondenza alle norme di accettazione ed ai requisiti di progetto. Per i prodotti non qualificati la direzione dei lavori dovrà effettuare presso laboratori ufficiali tutte le prove meccaniche e chimiche in numero atto a fornire l'approfondita conoscenza delle proprietà di ogni lotto di fornitura. Tutti gli oneri relativi alle prove sono a carico dell'appaltatore.

b) Controlli in corso di lavorazione

L'appaltatore dovrà essere in grado di documentare la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti certificati di qualificazione, fornendone a richiesta della direzione dei lavori una copia. In ogni caso, alla direzione dei lavori sarà riservata la facoltà di eseguire nel corso delle lavorazioni tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli certificati, che le strutture siano conformi ai disegni di progetto e che siano eseguite a perfetta regola d'arte. Ogni volta che le strutture lavorate sono pronte per il collaudo, l'appaltatore informerà tempestivamente la direzione dei lavori che, entro 8 giorni, darà risposta fissando la data per il collaudo.

c) Prove di carico e collaudo statico

In seguito alla realizzazione dell'opera, prima di procedere ad eventuali opere di finitura, l'appaltatore sarà tenuto ad invitare la direzione dei lavori per un'accurata visita preliminare delle strutture al fine di accertare che queste siano state eseguite in conformità ai relativi disegni di progetto, alle buone regole d'arte e a tutte le prescrizioni del contratto. Si procederà quindi alle prove di carico e al collaudo statico delle strutture; operazioni che verranno condotte conformemente alle vigenti leggi, a cura e spese dell'appaltatore.

- *Consolidamento estradossale di struttura piana tramite fasciatura*

estradossale con materiali compositi (fibre sintetiche e di carbonio)

La tecnica prevede la fasciatura esterna della struttura con nastri di materiale composito da calibrare in relazione alle condizioni statiche; la fasciatura è resa possibile dalla notevole capacità di aderenza dei nastri, e dalla possibilità di utilizzare matasse di elevata lunghezza.

Quando si deve intervenire su strutture in condizioni di avanzato degrado statico, la fasciatura con compositi permette, in confronto alla cappa armata, di evitare di bagnare l'estradosso, e di ridurre al minimo l'aumento del peso delle strutture.

L'appaltatore realizzerà le fasce consolidanti ricorrendo alle fibre previste dagli elaborati di progetto (fibre aramidiche, fibre di carbonio, fibre di vetro) aventi le caratteristiche di cui all'art. 41 del presente capitolato, combinandole con i prescritti adesivi strutturali polimerici. Le fibre dovranno essere disposte in funzione del quadro fessurativo. Si utilizzeranno fibre di peso e misure variabili, poste in opera in strati diversi ed orientati (0°/90°/+45°/–45°) conformemente alle prescrizioni di progetto. Le fibre verranno impregnate con resine epossidiche secondo il rapporto medio 50% fibra, 50% resina, ove non diversamente specificato in progetto.

Il consolidamento estradossale sarà eseguito secondo le seguenti fasi:

– pulizia eliminando depositi, polveri e materiale incoerente;
– idrosabbiatura della superficie da consolidare;

– identificazione e mappatura delle lesioni per determinare il numero, la disposizione e la grammatura ideale delle fasce di rinforzo;
– eventuale riprofilatura della superficie mediante malta cementizia bicomponente costituita da fibre in polipropilene, cementi ed inerti selezionati, modificato con resine acriliche;
– eventuale realizzazione di uno strato di sottofondo con primer bicomponente di resine epossidiche;
– eventuale livellazione della superficie con stucco epossidico;
– posa in opera di un primo strato di resina epossidica bicomponente per l'incollaggio;
– applicazione della fascia di rinforzo, conformemente alle prescrizioni del progetto, costituito dal composito prescritto fornito in strisce di larghezza variabile tra i 20 e i 30 cm in tessuto di fibra con grammatura variabile tra i 23 0 g/mq e i 340 g/mq rispettando l'esatto quantitativo al metro lineare e disposta lungo le due direzioni ortogonali;
– applicazione del secondo strato di resina epossidica di ricoprimento.

In ogni caso l'appaltatore dovrà orientare le fasce seguendo gli assi di riferimento, le linee di frattura e di forza preventivamente individuate. L'appaltatore avrà l'onere di mettere preventivamente in sicurezza le strutture con i sistemi previsti in progetto.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite prelievi al fine accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore.

I prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi verrà redatto apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla costruzione.

a) Collaudo dei materiali

Quando i materiali destinati alla costruzione o alla riparazione di strutture provengono dagli stabilimenti di produzione per la successiva lavorazione o collocazione in cantiere, l'appaltatore ne darà comunicazione alla direzione dei lavori specificando, per ogni fornitura, la distinta dei pezzi, il relativo peso, la destinazione e la documentazione di accompagnamento con relativi attestati di controllo e la dichiarazione che il prodotto è costruito nel rispetto delle norme vigenti (certificati di qualificazione). La direzione dei lavori avrà la facoltà, ogni volta che lo riterrà opportuno, di prelevare dei campioni da sottoporre a prova presso laboratori di sua scelta al fine di verificarne la rispondenza alle norme di accettazione ed ai requisiti di progetto. Per i prodotti non qualificati la direzione dei lavori dovrà effettuare presso laboratori ufficiali tutte le prove meccaniche e chimiche in numero atto a fornire l'approfondita conoscenza delle proprietà di ogni lotto di fornitura. Tutti gli oneri relativi alle prove sono a carico dell'appaltatore.

b) Controlli in corso di lavorazione

L'appaltatore dovrà essere in grado di documentare la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti certificati di qualificazione, fornendone a richiesta della direzione dei lavori una copia. In ogni caso, alla direzione dei lavori sarà riservata la facoltà di eseguire nel corso delle lavorazioni tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli certificati, che le strutture siano conformi ai disegni di progetto e che siano eseguite a perfetta regola d'arte. Ogni volta che le strutture lavorate sono pronte per il collaudo, l'appaltatore informerà tempestivamente la direzione dei lavori che, entro 8 giorni, darà risposta fissando la data per il collaudo.

c) Prove di carico e collaudo statico

In seguito alla realizzazione dell'opera, prima di procedere ad eventuali opere di finitura, l'appaltatore sarà tenuto ad invitare la direzione dei lavori per un'accurata visita preliminare delle strutture al fine di accertare che queste siano state eseguite in conformità ai relativi disegni di progetto, alle buone regole d'arte e a tutte le prescrizioni del contratto. Si procederà quindi alle prove di carico e al collaudo statico delle strutture; operazioni che verranno condotte conformemente alle vigenti leggi, a cura e spese dell'appaltatore.

- Consolidamento delle volte - Generalità

Prima di procedere all'operazione di consolidamento, l'appaltatore dovrà svolgere le seguenti lavorazioni:

Puntellatura – Sigillate accuratamente tutte le lesioni intradossali con le modalità e con i materiali prescritti, l'appaltatore dovrà sostenere la struttura realizzando un sistema di centine simile a quello utilizzato per la costruzione delle volte secondo le disposizioni contenute nell'art. "Opere provvisionali" del presente capitolato. Provvederà, quindi, alla realizzazione di adeguate sbatacchiature. Le parti di volta, affrescate o decorate, a contatto con i puntelli dovranno essere protette con i sistemi ritenuti più idonei dalla D.L.

Rimozione – Tutte le rimozioni dovranno essere effettuate manualmente e dovranno procedere per successivi strati paralleli a partire dalla zona di chiave fino a raggiungere l'esterno della volta avendo cura di preservare l'integrità dei materiali. L'appaltatore inizierà la rimozione degli elementi delle volte a botte precedendo per tratti di uguale dimensione a partire da ambedue i lati della generatrice superiore fino a raggiungere i rinfianchi. Per le volte a padiglione, invece, dovrà partire dal centro seguendo le generatrici lungo i quattro fronti. Infine, per le volte a crociera procederà secondo la direzione degli anelli fino ad arrivare al livello d'imposta.

Pulizia della faccia estradossale – L'appaltatore dovrà pulire l'estradosso delle volte rimuovendo spazzole metalliche, raschietti, getti di aria compressa o altri sistemi ritenuti idonei dalla D.L. le malte leganti degradate, i detriti di lavorazione e tutto ciò che potrebbe in qualche modo danneggiare i successivi interventi di consolidamento.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo al fine accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore.

a) Collaudo dei materiali

Quando i materiali destinati alla costruzione o alla riparazione di strutture provengono dagli stabilimenti di produzione per la successiva lavorazione o collocazione in cantiere, l'appaltatore ne darà comunicazione alla direzione dei lavori specificando, per ogni fornitura, la distinta dei pezzi, il relativo peso, la destinazione e la documentazione di accompagnamento con relativi attestati di controllo e la dichiarazione che il prodotto è costruito nel rispetto delle norme vigenti (certificati di qualificazione). La direzione dei lavori avrà la facoltà, ogni volta che lo riterrà opportuno, di prelevare dei campioni da sottoporre a prova presso laboratori di sua scelta al fine di verificarne la rispondenza alle norme di accettazione ed ai requisiti di progetto. Per i prodotti non qualificati la direzione dei lavori dovrà effettuare presso laboratori ufficiali tutte le prove meccaniche e chimiche in numero atto a fornire l'approfondita conoscenza delle proprietà di ogni lotto di fornitura. Tutti gli oneri relativi alle prove sono a carico dell'appaltatore.

b) Controlli in corso di lavorazione

L'appaltatore dovrà essere in grado di documentare la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti certificati di qualificazione, fornendone a richiesta della direzione dei lavori una copia. In ogni caso, alla direzione dei lavori sarà riservata la facoltà di eseguire nel corso delle lavorazioni tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli certificati, che le strutture siano conformi ai disegni di progetto e che siano eseguite a perfetta regola d'arte. Ogni volta che le strutture lavorate sono pronte per il collaudo, l'appaltatore informerà tempestivamente la direzione dei lavori che, entro 8 giorni, darà risposta fissando la data per il collaudo.

c) Prove di carico e collaudo statico

In seguito alla realizzazione dell'opera, prima di procedere ad eventuali opere di finitura, l'appaltatore sarà tenuto ad invitare la direzione dei lavori per un'accurata visita preliminare delle strutture al fine di accertare che queste siano state eseguite in conformità ai relativi disegni di progetto, alle buone regole d'arte e a tutte le prescrizioni del contratto. Si procederà quindi alle prove di carico e al collaudo statico delle strutture; operazioni che verranno condotte conformemente alle vigenti leggi, a cura e spese dell'appaltatore.

- Consolidamento di volta in muratura mediante posa in opera di rinfianchi cellulari

Prima d'iniziare il consolidamento l'appaltatore dovrà sigillare i giunti colando nel loro interno le malte prescritte; a tal fine potrà utilizzare, dietro autorizzazione della D.L., sistemi a bassa pressione che consentano il controllo e la gradazione della pressione. Se richiesto, dovrà riparare le lesioni prodotte da dissesti e da scorrimenti con reticoli cementati rispettando le modalità prescritte dall'art. "Consolidamento mediante iniezioni armate – reticolo cementato" del presente capitolato.

La costruzione dei rinfianchi cellulari, salvo diverse prescrizioni, dovrà essere eseguita tramite frenelli in muratura di mattoni o in cemento armato posizionati normalmente alle generatrici delle falde. Il sistema di rinfianco, l'interasse e la dimensione dei frenelli saranno quelli prescritti dagli elaborati di progetto.

Il collegamento fra i rinfianchi e l'estradosso della volta dovrà essere realizzato, salvo diverse disposizioni, tramite chiodi metallici infissi lungo l'intera superficie di contatto dei muretti con la volta. Le camere d'aria del sistema cellulare non dovranno essere a chiusura ermetica ma comunicanti tramite opportuni spiragli realizzati nei diaframmi, nei muri o nella volta stessa. Se richiesto, dovranno essere ricavate delle aperture in modo da consentire il passaggio delle canalizzazioni.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite prelievi al fine accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore.

I prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi verrà redatto apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla costruzione.

a) Collaudo dei materiali

Quando i materiali destinati alla costruzione o alla riparazione di strutture provengono dagli stabilimenti di produzione per la successiva lavorazione o collocazione in cantiere, l'appaltatore ne darà comunicazione alla direzione dei lavori specificando, per ogni fornitura, la distinta dei pezzi, il relativo peso, la destinazione e la documentazione di accompagnamento con relativi attestati di controllo e la dichiarazione che il prodotto è costruito nel rispetto delle norme vigenti (certificati di qualificazione). La direzione dei lavori avrà la facoltà, ogni volta che lo riterrà opportuno, di prelevare dei campioni da sottoporre a prova presso laboratori di sua scelta al fine di verificarne la rispondenza alle norme di accettazione ed ai requisiti di progetto. Per i prodotti non qualificati la direzione dei lavori dovrà effettuare presso laboratori ufficiali tutte le prove meccaniche e chimiche in numero atto a fornire l'approfondita conoscenza delle proprietà di ogni lotto di fornitura. Tutti gli oneri relativi alle prove sono a carico dell'appaltatore.

b) Controlli in corso di lavorazione

L'appaltatore dovrà essere in grado di documentare la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti certificati di qualificazione, fornendone a richiesta della direzione dei lavori una copia. In ogni caso, alla direzione dei lavori sarà riservata la facoltà di eseguire nel corso delle lavorazioni tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli certificati, che le strutture siano conformi ai disegni di progetto e che siano eseguite a perfetta regola d'arte. Ogni volta che le strutture lavorate sono pronte per il collaudo,

l'appaltatore informerà tempestivamente la direzione dei lavori che, entro 8 giorni, darà risposta fissando la data per il collaudo.

c) Prove di carico e collaudo statico

In seguito alla realizzazione dell'opera, prima di procedere ad eventuali opere di finitura, l'appaltatore sarà tenuto ad invitare la direzione dei lavori per un'accurata visita preliminare delle strutture al fine di accertare che queste siano state eseguite in conformità ai relativi disegni di progetto, alle buone regole d'arte e a tutte le prescrizioni del contratto. Si procederà quindi alle prove di carico e al collaudo statico delle strutture; operazioni che verranno condotte conformemente alle vigenti leggi, a cura e spese dell'appaltatore.

- Consolidamento di volte in muratura mediante iniezioni di conglomerati

L'appaltatore dovrà eseguire, alla profondità ed inclinazione ordinate dalla D.L., sull'estradosso della volta mediante attrezzi a sola rotazione, il numero di perforazioni prescritto dagli elaborati di progetto. I sistemi d'iniezione, i leganti e le pressioni di esercizio saranno quelli stabiliti dagli elaborati di progetto e regolamentati dagli artt. "Calci, pozzolane, leganti idraulici, ecc." e "Consolidamento mediante iniezioni di miscele leganti" del presente capitolato.

L'appaltatore dovrà seguire le generatrici della volta procedendo per fasce parallele a partire dai piedritti fino a raggiungere la chiave. Le iniezioni di conglomerati speciali (resine, miscele additivate, ecc.) dovranno essere eseguite manualmente utilizzando imbuti o idonei ugelli e costipando la malta fino a saturazione.

La malta cementizia dovrà essere immessa solo dopo aver colato un quantitativo d'acqua sufficiente ad evitarne la disidratazione. Le iniezioni potranno essere effettuate, solo dietro specifica autorizzazione della D.L., mediante pompe manuali o compressori purché essi consentano il controllo della pressione d'immissione che dovrà sempre essere mantenuta entro i limiti di sicurezza.

L'appaltatore dovrà ripetere, trascorse 24-48 ore, le iniezioni al fine di saturare completamente i vuoti prodotti dal ritiro o dalla sedimentazione della malta legante.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite prelievi al fine accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore.

I prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi verrà redatto apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla costruzione.

a) Collaudo dei materiali

Quando i materiali destinati alla costruzione o alla riparazione di strutture provengono dagli stabilimenti di produzione per la successiva lavorazione o collocazione in cantiere, l'appaltatore ne darà comunicazione alla direzione dei lavori specificando, per ogni fornitura, la distinta dei pezzi, il relativo peso, la destinazione e la documentazione di accompagnamento con relativi attestati di controllo e la dichiarazione che il prodotto è costruito nel rispetto delle norme vigenti (certificati di qualificazione). La direzione dei lavori avrà la facoltà, ogni volta che lo riterrà opportuno, di prelevare dei campioni da sottoporre a prova presso laboratori di sua scelta al fine di verificarne la rispondenza alle norme di accettazione ed ai requisiti di progetto. Per i prodotti non qualificati la direzione dei lavori dovrà effettuare presso laboratori ufficiali tutte le prove meccaniche e chimiche in numero atto a fornire l'approfondita conoscenza delle proprietà di ogni lotto di fornitura. Tutti gli oneri relativi alle prove sono a carico dell'appaltatore.

b) Controlli in corso di lavorazione

L'appaltatore dovrà essere in grado di documentare la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti certificati di qualificazione, fornendone a richiesta della direzione dei lavori una copia. In ogni caso, alla direzione dei lavori sarà riservata la facoltà di eseguire nel corso delle lavorazioni tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli certificati, che le strutture siano conformi ai disegni di progetto e che siano eseguite a perfetta regola d'arte. Ogni volta che le strutture lavorate sono pronte per il collaudo, l'appaltatore informerà tempestivamente la direzione dei lavori che, entro 8 giorni, darà risposta fissando la data per il collaudo.

c) Prove di carico e collaudo statico

In seguito alla realizzazione dell'opera, prima di procedere ad eventuali opere di finitura, l'appaltatore sarà tenuto ad invitare la direzione dei lavori per un'accurata visita preliminare delle strutture al fine di accertare che queste siano state eseguite in conformità ai relativi disegni di progetto, alle buone regole d'arte e a tutte le prescrizioni del contratto. Si procederà quindi alle prove di carico e al collaudo statico delle strutture; operazioni che verranno condotte conformemente alle vigenti leggi, a cura e spese dell'appaltatore.

- Consolidamento di volte mediante realizzazione all'estradosso di cappa armata

I lavori di consolidamento, eseguiti mediante realizzazione di cappa armata all'estradosso, saranno effettuati con le stesse modalità prescritte dall'art. "Consolidamento mediante paretine armate di contenimento" del presente capitolato e con i materiali e le armature stabiliti dagli elaborati di progetto. Nei lavori di consolidamento effettuati mediante l'impiego di calcestruzzo, lo spessore della cappa non dovrà essere inferiore a cm 4. L'appaltatore dovrà predisporre dei collegamenti fra l'armatura della cappa e le murature perimetrali mediante la realizzazione di un cordolo in cemento armato eseguito secondo le modalità descritte nell'art. "Sostituzioni e collegamenti" del presente capitolato. Inoltre, dovrà evitare, durante l'esecuzione di opere che richiedano l'impiego di resine e di armature in tessuti sintetici (fibre di vetro, tessuto non tessuto, ecc.), percolamenti di prodotti all'interno della volta provvedendo preventivamente alla sigillatura di fessure, lesioni e vuoti ed all'esecuzione, solo dietro specifica autorizzazione della D.L., di prove di tenuta

alle infiltrazioni d'acqua. Infine, se il consolidamento delle strutture a volta si dovrà accompagnare all'esecuzione di lavori di alleggerimento dei rinfianchi, egli dovrà provvedere a far riempire lo spazio compreso fra l'estradosso della volta e il piano di spiccato della soprastante caldana con inerti leggeri secondo le prescrizioni progettuali e gli ordini della D.L. In ogni caso, i rinfianchi saranno collegati mediante un getto di calcestruzzo leggero.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite prelievi al fine accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore.

I prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi verrà redatto apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla costruzione.

a) Collaudo dei materiali

Quando i materiali destinati alla costruzione o alla riparazione di strutture provengono dagli stabilimenti di produzione per la successiva lavorazione o collocazione in cantiere, l'appaltatore ne darà comunicazione alla direzione dei lavori specificando, per ogni fornitura, la distinta dei pezzi, il relativo peso, la destinazione e la documentazione di accompagnamento con relativi attestati di controllo e la dichiarazione che il prodotto è costruito nel rispetto delle norme vigenti (certificati di qualificazione). La direzione dei lavori avrà la facoltà, ogni volta che lo riterrà opportuno, di prelevare dei campioni da sottoporre a prova presso laboratori di sua scelta al fine di verificarne la rispondenza alle norme di accettazione ed ai requisiti di progetto. Per i prodotti non qualificati la direzione dei lavori dovrà effettuare presso laboratori ufficiali tutte le prove meccaniche e chimiche in numero atto a fornire l'approfondita conoscenza delle proprietà di ogni lotto di fornitura. Tutti gli oneri relativi alle prove sono a carico dell'appaltatore.

b) Controlli in corso di lavorazione

L'appaltatore dovrà essere in grado di documentare la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti certificati di qualificazione, fornendone a richiesta della direzione dei lavori una copia. In ogni caso, alla direzione dei lavori sarà riservata la facoltà di eseguire nel corso delle lavorazioni tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli certificati, che le strutture siano conformi ai disegni di progetto e che siano eseguite a perfetta regola d'arte. Ogni volta che le strutture lavorate sono pronte per il collaudo, l'appaltatore informerà tempestivamente la direzione dei lavori che, entro 8 giorni, darà risposta fissando la data per il collaudo.

c) Prove di carico e collaudo statico

In seguito alla realizzazione dell'opera, prima di procedere ad eventuali opere di finitura, l'appaltatore sarà tenuto ad invitare la direzione dei lavori per un'accurata visita preliminare delle strutture al fine di accertare che queste siano state eseguite in conformità ai relativi disegni di progetto, alle buone regole d'arte e a tutte le prescrizioni del contratto. Si procederà quindi alle prove di carico e al collaudo statico delle strutture; operazioni che verranno condotte conformemente alle vigenti leggi, a cura e spese dell'appaltatore.

- Consolidamento tramite fasciatura estradossale con materiali compositi (fibre sintetiche e di carbonio)

La tecnica prevede la fasciatura esterna della volta con nastri di materiale composito da calibrare in relazione alle condizioni statiche dell'edificio; la fasciatura è resa possibile dalla notevole capacità di aderenza dei nastri, e dalla possibilità di utilizzare matasse di elevata lunghezza.

Quando si deve intervenire su coperture voltate o parti di esse in condizioni di avanzato degrado statico, la fasciatura con compositi permette, in confronto alla cappa armata, di evitare la bagnatura dell'estradosso, e di ridurre al minimo l'aumento del peso delle strutture.

L'appaltatore realizzerà le fasce consolidanti ricorrendo alle fibre previste dagli elaborati di progetto (fibre aramidiche, fibre di carbonio, fibre d vetro) aventi le caratteristiche di cui all'art. 41 del presente capitolato, combinandole con i prescritti adesivi strutturali polimerici. Le fibre dovranno essere disposte in funzione del quadro fessurativo. Si utilizzeranno fibre di peso e misure variabili, poste in opera in strati diversi ed orientati (0°/90°/+45°/–45°) conformemente alle prescrizioni di progetto. Le fibre verranno impregnate con resine epossidiche secondo il rapporto medio 50% fibra, 50% resina, ove non diversamente specificato in progetto.

Il consolidamento estradossale sarà eseguito secondo le seguenti fasi:

- rimozione degli strati di riempimento e trasporto a rifiuto;
- pulizia dell'estradosso della volta eliminando depositi, polveri e materiale incoerente;
- idrosabbiatura della superficie da consolidare;
- identificazione e mappatura delle lesioni per determinare il numero, la disposizione e la grammatura ideale delle fasce di rinforzo;
- eventuale riprofilatura della superficie mediante malta cementizia bicomponente costituita da fibre in polipropilene, cementi ed inerti selezionati, modificato con resine acriliche;
- eventuale realizzazione di uno strato di sottofondo con primer bicomponente di resine epossidiche;
- eventuale livellazione della superficie con stucco epossidico;
- posa in opera di un primo strato di resina epossidica bicomponente per l'incollaggio;
- applicazione della fascia di rinforzo, conformemente alle prescrizioni del progetto, costituito dal composito prescritto fornito in strisce di larghezza variabile tra i 20 e i 30 cm in tessuto di fibra con grammatura variabile tra i 230 g/mq e i 340 g/mq rispettandol'esatto quantitativo al metro lineare e disposta lungo le due direzioni ortogonali;
- applicazione del secondo strato di resina epossidica di ricoprimento.

In ogni caso l'appaltatore dovrà orientare le fasce seguendo gli assi di riferimento, le linee di frattura e di forza preventivamente individuate. L'appaltatore avrà l'onere di mettere preventivamente in sicurezza i sistemi voltati sospendendoli tramite apposite tirantature in acciaio o ricorrendo ad altro tipo di elementi, previsti in progetto ed in grado di reggerle (soprastanti travi in c.a., in acciaio ecc.).

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite prelievi al fine accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore.

I prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi verrà redatto apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla costruzione.

a) Collaudo dei materiali

Quando i materiali destinati alla costruzione o alla riparazione di strutture provengono dagli stabilimenti di produzione per la successiva lavorazione o collocazione in cantiere, l'appaltatore ne darà comunicazione alla direzione dei lavori specificando, per ogni fornitura, la distinta dei pezzi, il relativo peso, la destinazione e la documentazione di accompagnamento con relativi attestati di controllo e la dichiarazione che il prodotto è costruito nel rispetto delle norme vigenti (certificati di qualificazione). La direzione dei lavori avrà la facoltà, ogni volta che lo riterrà opportuno, di prelevare dei campioni da sottoporre a prova presso laboratori di sua scelta al fine di verificarne la rispondenza alle norme di accettazione ed ai requisiti di progetto. Per i prodotti non qualificati la direzione dei lavori dovrà effettuare presso laboratori ufficiali tutte le prove meccaniche e chimiche in numero atto a fornire l'approfondita conoscenza delle proprietà di ogni lotto di fornitura. Tutti gli oneri relativi alle prove sono a carico dell'appaltatore.

b) Controlli in corso di lavorazione

L'appaltatore dovrà essere in grado di documentare la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti certificati di qualificazione, fornendone a richiesta della direzione dei lavori una copia. In ogni caso, alla direzione dei lavori sarà riservata la facoltà di eseguire nel corso delle lavorazioni tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli certificati, che le strutture siano conformi ai disegni di progetto e che siano eseguite a perfetta regola d'arte. Ogni volta che le strutture lavorate sono pronte per il collaudo, l'appaltatore informerà tempestivamente la direzione dei lavori che, entro 8 giorni, darà risposta fissando la data per il collaudo.

c) Prove di carico e collaudo statico

In seguito alla realizzazione dell'opera, prima di procedere ad eventuali opere di finitura, l'appaltatore sarà tenuto ad invitare la direzione dei lavori per un'accurata visita preliminare delle strutture al fine di accertare che queste siano state eseguite in conformità ai relativi disegni di progetto, alle buone regole d'arte e a tutte le prescrizioni del contratto. Si procederà quindi alle prove di carico e al collaudo statico delle strutture; operazioni che verranno condotte conformemente alle vigenti leggi, a cura e spese dell'appaltatore.

- Impermeabilizzazioni - Generalità

Qualsiasi tipo d'impermeabilizzazione dovrà essere eseguito con grande attenzione ed accuratezza soprattutto in vicinanza di fori, passaggi, cappe, ecc.; l'appaltatore avrà l'obbligo di eliminare a proprie spese eventuali perdite che si dovessero manifestare anche a distanza di tempo.

I materiali da impiegare nelle opere d'impermeabilizzazione dovranno possedere le caratteristiche descritte dall'art. "Materiali diversi" del presente capitolato.

Inoltre, potranno essere richiesti dalla D.L. – i requisiti del "Marchio di Qualità" rilasciato dall'I.G.L.A.E. o del "Certificato d'Idoneità Tecnica" dell'I.C.I.T.E. Per l'esecuzione dei lavori d'impermeabilizzazione l'appaltatore dovrà rispettare le seguenti disposizioni:

Piani di posa – Dovranno essere il più possibile, lisci, uniformi, privi di irregolarità, di avvallamenti e di polvere. L'appaltatore dovrà predisporre i necessari giunti di dilatazione in base alla dimensione ed alla natura di posa di cui dovrà annullare gli imprevedibili movimenti.

Barriera al vapore – Se gli ambienti sottostanti alla copertura presenteranno particolari condizioni termoigrometriche (bagli, cucine, lavanderie, piscine, ecc.), l'appaltatore avrà l'obbligo di proteggere dalla condensazione dei vapori umidi provenienti dal basso sia il manto impermeabile che gli eventuali strati termocoibenti mediante l'applicazione di una "barriera al vapore" realizzata con uno strato di materiale impermeabile costituito, salvo diverse prescrizioni, da un'armatura inorganica (velo di vetro o fogli metallici) rivestita da uno spessore di massa bituminosa.

Lavori preparatori e complementari – L'appaltatore dovrà realizzare i piani di posa delle soglie delle porte, dei balconi e dei davanzali in modo che siano in pendenza verso l'esterno.

I muri perimetrali ai piani impermeabilizzati dovranno essere eseguiti così da ricavare alla loro base delle incassature i cui sottofondi dovranno essere intonacati e raccordati al piano di posa; quindi, si dovranno collegare le superfici orizzontali con quelle verticali impiegando lo stesso materiale utilizzato per l'impermeabilizzazione.

Le zoccolature di marmo, grès o altro materiale e le facce a vista degli elementi di rivestimento dovranno essere incassate nella parete in modo da non sporgere.

Precauzioni – Durante la realizzazione e la manutenzione di coperture impermeabili, l'appaltatore dovrà tutelare l'integrità del manto evitando di poggiarvi sopra ritagli di lamiere, pezzi di ferro, oggetti taglienti, piedi di scale, elementi di ponteggi o altra roba pesante.

Rifacimenti – Qualora si dovesse ripristinare una vecchia impermeabilizzazione senza dismetterla, l'appaltatore dovrà considerarla alla stessa stregua di un piano di posa; dovrà, quindi, eliminate bolle, grinze, parti distaccate o fragili,

pulire il manto impermeabile, trattarlo con primer, ripristinarlo impiegando materiali analoghi a quelli preesistenti ed, infine, provvedere alla posa in opera del nuovo.
Barriere ai vapori – Per evitare il fenomeno della condensa occorre prevedere un adeguato ricambio d'aria tramite adeguata ventilazione; il metodo più semplice per eliminare ristagni e sacche d'aria satura è quello che utilizza bocche di aerazione nel sottotetto. Il numero e le dimensioni delle bocche debbono essere proporzionali al volume d'aria del locale. Nei casi in cui la ventilazione non può essere realizzata, l'appaltatore dovrà utilizzare, se specificato negli elaborati di progetto, i prodotti prescritti che si prestano allo scopo. L'appaltatore dovrà assicurarsi sull'assoluta continuità della barriera evitando qualsiasi punto di ponte termico.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO
La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite prelievi al fine accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore.
I prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi verrà redatto apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla costruzione.
a) Collaudo dei materiali
Quando i materiali destinati alla costruzione o alla riparazione di strutture provengono dagli stabilimenti di produzione per la successiva lavorazione o collocazione in cantiere, l'appaltatore ne darà comunicazione alla direzione dei lavori specificando, per ogni fornitura, la distinta dei pezzi, il relativo peso, la destinazione e la documentazione di accompagnamento con relativi attestati di controllo e la dichiarazione che il prodotto è costruito nel rispetto delle norme vigenti (certificati di qualificazione). La direzione dei lavori avrà la facoltà, ogni volta che lo riterrà opportuno, di prelevare dei campioni da sottoporre a prova presso laboratori di sua scelta al fine di verificarne la rispondenza alle norme di accettazione ed ai requisiti di progetto. Per i prodotti non qualificati la direzione dei lavori dovrà effettuare presso laboratori ufficiali tutte le prove meccaniche e chimiche in numero atto a fornire l'approfondita conoscenza delle proprietà di ogni lotto di fornitura. Tutti gli oneri relativi alle prove sono a carico dell'appaltatore.
b) Controlli in corso di lavorazione
L'appaltatore dovrà essere in grado di documentare la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti certificati di qualificazione, fornendone a richiesta della direzione dei lavori una copia. In ogni caso, alla direzione dei lavori sarà riservata la facoltà di eseguire nel corso delle lavorazioni tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli certificati, che le strutture siano conformi ai disegni di progetto e che siano eseguite a perfetta regola d'arte. Ogni volta che le strutture lavorate sono pronte per il collaudo, l'appaltatore informerà tempestivamente la direzione dei lavori che, entro 8 giorni, darà risposta fissando la data per il collaudo.

- *Impermeabilizzazioni stratificate multiple realizzate "a caldo"*

Le impermeabilizzazioni multiple saranno realizzate con strati alternati a sfoglie di bitume ed a supporti bitumati. L'appaltatore dovrà eseguirle rispettando le seguenti modalità:
– spalmare a freddo mediante pennello su superfici perfettamente asciutte e prive di polvere una quantità di soluzioni non inferiore a 0, 4 kg/mq composta da bitumi ossidati con solventi a rapida essiccazione;
– provvederà a stendere un primo strato a caldo (180-200 gradi centigradi) di bitume ossidato o di mastice bituminoso (la quantità da impiegare in funzione delle caratteristiche del piano di posa sarà compresa tra 1, 5-2 kg/mq);
– applicherà, quindi, il primo supporto bitumato (cartonfeltro, fibre di vetro, ecc.) sovrapponendo i lembi per almeno 10 cm ed incollando questi ultimi con bitume a caldo o con fiamma;
– spalmerà a caldo un secondo strato di bitume di massa non inferiore a 1,5 kg/mq;
– sfalserà ed incrocerà il previsto numero di strati;
– stenderà, l'ultimo strato di bitume di quantità non inferiore ad 1,7 kg/mq.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO
La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite prelievi al fine accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore.
I prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi verrà redatto apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla costruzione.
a) Collaudo dei materiali
Quando i materiali destinati alla costruzione o alla riparazione di strutture provengono dagli stabilimenti di produzione per la successiva lavorazione o collocazione in cantiere, l'appaltatore ne darà comunicazione alla direzione dei lavori specificando, per ogni fornitura, la distinta dei pezzi, il relativo peso, la destinazione e la documentazione di accompagnamento con relativi attestati di controllo e la dichiarazione che il prodotto è costruito nel rispetto delle norme vigenti (certificati di qualificazione). La direzione dei lavori avrà la facoltà, ogni volta che lo riterrà opportuno, di prelevare dei campioni da sottoporre a prova presso laboratori di sua scelta al fine di verificarne la rispondenza alle norme di accettazione ed ai requisiti di progetto. Per i prodotti non qualificati la direzione dei lavori dovrà effettuare presso laboratori ufficiali tutte le prove meccaniche e chimiche in numero atto a fornire l'approfondita conoscenza delle proprietà di ogni lotto di fornitura. Tutti gli oneri relativi alle prove sono a carico dell'appaltatore.
b) Controlli in corso di lavorazione

L’appaltatore dovrà essere in grado di documentare la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti certificati di qualificazione, fornendone a richiesta della direzione dei lavori una copia. In ogni caso, alla direzione dei lavori sarà riservata la facoltà di eseguire nel corso delle lavorazioni tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli certificati, che le strutture siano conformi ai disegni di progetto e che siano eseguite a perfetta regola d’arte. Ogni volta che le strutture lavorate sono pronte per il collaudo, l’appaltatore informerà tempestivamente la direzione dei lavori che, entro 8 giorni, darà risposta fissando la data per il collaudo.

- Impermeabilizzazione con guaine di gomma sintetica

L’impermeabilizzazione effettuata con guaine di gomma sintetica o di altro materiale elastomerico, dovrà essere eseguita utilizzando prodotti aventi i requisiti richiesti dall’art. “Materiali diversi” del presente capitolato. Lo spessore delle guaine non dovrà essere inferiore, salvo diversa prescrizione, ad 1,5 mm.
Nel collocarle in aderenza, in semi aderenza o in dipendenza, l’appaltatore dovrà tenere in considerazione la pendenza della superficie di posa. In ogni caso la messa in opera dovrà essere preceduta da un trattamento con apposito primer e dall’applicazione sulla superficie del supporto di uno strato di velo di vetro bitumato incollato con bitume a caldo.

1) La posa in aderenza dovrà essere effettuata mediante incollaggio di bitume ossidato a caldo (180-200 gradi centigradi) in ragione di 1,3-1,5 kg/mq.
2) La posa in indipendenza dovrà essere effettuata stendendo le guaine sullo strato di separazione (che dovrà avere la faccia superiore trattata a talco o sabbiata in modo da impedire l’aderenza del manto) e predisponendo, secondo quanto prescritto dagli elaborati di progetto, degli ancoraggi nei terminali mediante sostanze adesive, bitumi a caldo o speciali elementi metallici a pressione.

La giunzione sia laterale che trasversale dei singoli teli di guaina dovrà essere eseguita stendendo i rotoli parallelamente e sovrapponendo i lembi adiacenti per un tratto che dovrà essere inferiore ai 10 cm. Effettuata un’accurata pulizia dei lembi con solvente, l’appaltatore avrà l’obbligo di saldarli con le sostanze adesive consigliate dalla Ditta produttrice della guaina.
Non sarà assolutamente consentito incrociare i teli in modo che, risultino in parte paralleli ed in parte ortogonali rispetto all’andamento delle pendenze.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite prelievi al fine accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore.
I prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi verrà redatto apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell’appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla costruzione.

a) Collaudo dei materiali

Quando i materiali destinati alla costruzione o alla riparazione di strutture provengono dagli stabilimenti di produzione per la successiva lavorazione o collocazione in cantiere, l’appaltatore ne darà comunicazione alla direzione dei lavori specificando, per ogni fornitura, la distinta dei pezzi, il relativo peso, la destinazione e la documentazione di accompagnamento con relativi attestati di controllo e la dichiarazione che il prodotto è costruito nel rispetto delle norme vigenti (certificati di qualificazione). La direzione dei lavori avrà la facoltà, ogni volta che lo riterrà opportuno, di prelevare dei campioni da sottoporre a prova presso laboratori di sua scelta al fine di verificarne la rispondenza alle norme di accettazione ed ai requisiti di progetto. Per i prodotti non qualificati la direzione dei lavori dovrà effettuare presso laboratori ufficiali tutte le prove meccaniche e chimiche in numero atto a fornire l’approfondita conoscenza delle proprietà di ogni lotto di fornitura. Tutti gli oneri relativi alle prove sono a carico dell’appaltatore.

b) Controlli in corso di lavorazione

L’appaltatore dovrà essere in grado di documentare la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti certificati di qualificazione, fornendone a richiesta della direzione dei lavori una copia. In ogni caso, alla direzione dei lavori sarà riservata la facoltà di eseguire nel corso delle lavorazioni tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli certificati, che le strutture siano conformi ai disegni di progetto e che siano eseguite a perfetta regola d’arte. Ogni volta che le strutture lavorate sono pronte per il collaudo, l’appaltatore informerà tempestivamente la direzione dei lavori che, entro 8 giorni, darà risposta fissando la data per il collaudo.

- Impermeabilizzazione realizzata con prodotti liquidi a base di resine sintetiche

L’appaltatore dovrà eseguire l’impermeabilizzazione con prodotti a base di elastomeri liquidi sia monocomponenti che bicomponenti le cui caratteristiche tecniche siano conformi a quelle prescritte dall’art. “Materiali diversi” del presente capitolato.
Inoltre, dovrà trattare i piani di posa con un idoneo primer da applicare, secondo le prescrizioni di progetto, a rullo, a spazzola o a spruzzo nella quantità minima di 100-150 g/mq.
Se l’elastomero sarà bicomponente, dovrà miscelare per almeno 3 minuti mediante apposite fruste montate su trapani elettrici i due componenti che saranno forniti dal produttore in recipienti distinti contenenti l’esatto quantitativo di miscela; quindi, verserà immediatamente il composto stendendolo sul piano di posa tramite una staggia dentata calibrata in modo che lo spessore di elastomero risulti analogo a quello prescritto.
Dopo 2 o 3 ore, stenderà un secondo strato impiegando la tecnica sopra descritta ed, infine, completerà l’operazione passando sopra lo strato un rullo frangibolle.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite prelievi al fine accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore.

I prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi verrà redatto apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla costruzione.

a) Collaudo dei materiali

Quando i materiali destinati alla costruzione o alla riparazione di strutture provengono dagli stabilimenti di produzione per la successiva lavorazione o collocazione in cantiere, l'appaltatore ne darà comunicazione alla direzione dei lavori specificando, per ogni fornitura, la distinta dei pezzi, il relativo peso, la destinazione e la documentazione di accompagnamento con relativi attestati di controllo e la dichiarazione che il prodotto è costruito nel rispetto delle norme vigenti (certificati di qualificazione). La direzione dei lavori avrà la facoltà, ogni volta che lo riterrà opportuno, di prelevare dei campioni da sottoporre a prova presso laboratori di sua scelta al fine di verificarne la rispondenza alle norme di accettazione ed ai requisiti di progetto. Per i prodotti non qualificati la direzione dei lavori dovrà effettuare presso laboratori ufficiali tutte le prove meccaniche e chimiche in numero atto a fornire l'approfondita conoscenza delle proprietà di ogni lotto di fornitura. Tutti gli oneri relativi alle prove sono a carico dell'appaltatore.

b) Controlli in corso di lavorazione

L'appaltatore dovrà essere in grado di documentare la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti certificati di qualificazione, fornendone a richiesta della direzione dei lavori una copia. In ogni caso, alla direzione dei lavori sarà riservata la facoltà di eseguire nel corso delle lavorazioni tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli certificati, che le strutture siano conformi ai disegni di progetto e che siano eseguite a perfetta regola d'arte. Ogni volta che le strutture lavorate sono pronte per il collaudo, l'appaltatore informerà tempestivamente la direzione dei lavori che, entro 8 giorni, darà risposta fissando la data per il collaudo.

- Protezione delle impermeabilizzazioni

Protezione con pitture metallizzanti all'alluminio – Sarà realizzata su coperture non praticabili che prevedono il manto impermeabile come ultimo elemento strutturale; quindi, essendo comunque necessaria una protezione, questa dovrà essere eseguita ugualmente anche se non è prevista dagli elaborati di progetto. La pittura verrà stesa in due mani successive di 0,20 kg/mq e con intervallo di tempo non inferiore alle 24 ore ed applicata sul manto perfettamente asciutto, lavato e sgrassato.

Protezione antiusura con vernici sintetiche – Sarà realizzata solo sui sistemi di cui all'art. "Copertine piane seguendo rigorosamente, sia per i sistemi di preparazione e di posa che per i quantitativi d'uso, le istruzioni del produttore". Il tipo di vernice protettiva, la quantità d'uso ed il sistema di posa sarà valutato ad insindacabile giudizio della D.L. in relazione alla categoria di pedonalità o al tipo traffico su di essa previsto.

Protezione con strato di ghiaietto – Questo genere di protezione verrà realizzato solo quando le pendenze non saranno superiori al 5%. L'appaltatore dovrà stendere sopra il manto impermeabile uno strato di ghiaietto 15/25 dallo spessore non inferiore a cm 6 i cui elementi, lavati prima della messa in opera, dovranno essere rotondeggianti e privi d'incrostazioni.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite prelievi al fine accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore.

I prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi verrà redatto apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla costruzione.

a) Collaudo dei materiali

Quando i materiali destinati alla costruzione o alla riparazione di strutture provengono dagli stabilimenti di produzione per la successiva lavorazione o collocazione in cantiere, l'appaltatore ne darà comunicazione alla direzione dei lavori specificando, per ogni fornitura, la distinta dei pezzi, il relativo peso, la destinazione e la documentazione di accompagnamento con relativi attestati di controllo e la dichiarazione che il prodotto è costruito nel rispetto delle norme vigenti (certificati di qualificazione). La direzione dei lavori avrà la facoltà, ogni volta che lo riterrà opportuno, di prelevare dei campioni da sottoporre a prova presso laboratori di sua scelta al fine di verificarne la rispondenza alle norme di accettazione ed ai requisiti di progetto. Per i prodotti non qualificati la direzione dei lavori dovrà effettuare presso laboratori ufficiali tutte le prove meccaniche e chimiche in numero atto a fornire l'approfondita conoscenza delle proprietà di ogni lotto di fornitura. Tutti gli oneri relativi alle prove sono a carico dell'appaltatore.

b) Controlli in corso di lavorazione

L'appaltatore dovrà essere in grado di documentare la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti certificati di qualificazione, fornendone a richiesta della direzione dei lavori una copia. In ogni caso, alla direzione dei lavori sarà riservata la facoltà di eseguire nel corso delle lavorazioni tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli certificati, che le strutture siano conformi ai disegni di progetto e che siano eseguite a perfetta regola d'arte. Ogni volta che le strutture lavorate sono pronte per il collaudo, l'appaltatore informerà tempestivamente la direzione dei lavori che, entro 8 giorni, darà risposta fissando la data per il collaudo.

- Lavori di deumidificazione - Generalità

I lavori di deumidificazione delle murature, qualsiasi sia il sistema di risanamento adottato, dovranno essere preceduti dalle analisi che, a giudizio della D.L., saranno ritenute necessarie per stabilire sia la natura che il quantitativo della sostanza idrofobizzante da utilizzare.
L'appaltatore dovrà eseguire tutte le lavorazioni preliminari (dismissione degli intonaci, stuccatura delle fessure, riempimento dei vuoti all'interno della muratura, ecc.), che la D.L. riterrà necessarie per la buona riuscita dell'intervento. Nel caso si debbano iniettare sostanze all'interno delle murature, l'appaltatore concorderà con la D.L. il quantitativo di prodotto da impiegare in relazione alla porosità dei materiali, alla struttura molecolare delle sostanze impregnanti ed alle modalità applicative del sistema prescritto. In ogni caso l'appaltatore, dietro specifica autorizzazione della D.L., avrà l'obbligo di:
- risanare, prima dell'applicazione, le fessure, i giunti, le sconnessure e qualsiasi altra imperfezione;
- fornire i materiali prescritti ed utilizzarli in relazione alla natura fisico/chimica ad alla tipologia strutturale della muratura;
- accertare mediante prove applicative la compatibilità dei materiali con affreschi, elementi decorativi, malte, intonaci alcalini o altri rivestimenti adiacenti alla muratura;
- eliminare ogni possibile causa d'infiltrazione di acque al fine di evitare possibili migrazioni umide all'interno del muro risanato;
- eliminare dal manufatto qualsiasi traccia di solventi, detergenti, di depositi organici o di efflorescenze saline;
- proteggere con i teli i pavimenti ed i rivestimenti che potrebbero essere danneggiati nel corso dei lavori;
- eseguire impregnazioni idrofobizzanti quando la temperatura è compresa fra 5° e i 15°.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO
La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite prelievi al fine accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore.
I prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi verrà redatto apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla costruzione.
a) Collaudo dei materiali
Quando i materiali destinati alla costruzione o alla riparazione di strutture provengono dagli stabilimenti di produzione per la successiva lavorazione o collocazione in cantiere, l'appaltatore ne darà comunicazione alla direzione dei lavori specificando, per ogni fornitura, la distinta dei pezzi, il relativo peso, la destinazione e la documentazione di accompagnamento con relativi attestati di controllo e la dichiarazione che il prodotto è costruito nel rispetto delle norme vigenti (certificati di qualificazione). La direzione dei lavori avrà la facoltà, ogni volta che lo riterrà opportuno, di prelevare dei campioni da sottoporre a prova presso laboratori di sua scelta al fine di verificarne la rispondenza alle norme di accettazione ed ai requisiti di progetto. Per i prodotti non qualificati la direzione dei lavori dovrà effettuare presso laboratori ufficiali tutte le prove meccaniche e chimiche in numero atto a fornire, l'approfondita conoscenza delle proprietà di ogni lotto di fornitura. Tutti gli oneri relativi alle prove sono a carico dell'appaltatore.
b) Controlli in corso di lavorazione
L'appaltatore dovrà essere in grado di documentare la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti certificati di qualificazione, fornendone a richiesta della direzione dei lavori una copia. In ogni caso, alla direzione dei lavori sarà riservata la facoltà di eseguire nel corso delle lavorazioni tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli certificati, che le strutture siano conformi ai disegni di progetto e che siano eseguite a perfetta regola d'arte. Ogni volta che le strutture lavorate sono pronte per il collaudo, l'appaltatore informerà tempestivamente la direzione dei lavori che, entro 8 giorni, darà risposta fissando la data per il collaudo.

- Deumidificazione delle murature mediante iniezione di sostanze idrofobizzanti

L'appaltatore dovrà iniettare il prescritto formulato chimico avente caratteristiche analoghe a quelle stabilite dall'art. "Impregnanti con effetto idrofobizzante" del presente capitolato, secondo le modalità descritte dagli elaborati di progetto. In genere, il formulato dovrà essere iniettato tramite idonei trasfusori o iniettori che l'appaltatore dovrà predisporre alla base delle murature secondo progetto. Prima di dare inizio ai lavori egli dovrà esaminare le condizioni ambientali, tracciare le quote e distribuire le perforazioni.
Le perforazioni eseguite, secondo le prescrizioni di progetto, in un solo lato del muro, in ambedue i lati, con andamento orizzontale, verticale o leggermente inclinato, dovranno seguire l'andamento dei dislivelli fra gli ambienti o delle diverse quote fra interno ed esterno. Le perforazioni, distanziate fra loro di circa 15 cm, saranno praticate, salvo diverse prescrizioni, ad altezza di circa 15-20 cm calcolata in base alla quota più alta del piano di calpestio dei due ambienti che insistono sul muro.
Se si dovrà isolare una muratura da un terrapieno o da una zona non interessata all'intervento di deumidificazione, l'appaltatore dovrà effettuare le perforazioni secondo un andamento verticale fino a superare di circa 50 cm la quota di umidità presente nel muro adiacente. In presenza di muri molto spessi, l'appaltatore, solo dietro autorizzazione della D.L., potrà perforare la muratura in entrambi i lati.
Se le murature dovessero essere molto degradate o pericolanti, i lavori di deumidificazione dovranno essere eseguiti solo dopo quelli di consolidamento con le attrezzature ritenute più adatte dalla D.L. a preservare l'equilibrio statico della struttura.

Le perforazioni saranno effettuate per quasi tutta la profondità del muro lasciando soltanto uno spessore di circa 10-20 cm necessario ad evitare che il formulato chimico trasudi all'esterno.
L'appaltatore dovrà inserire nei fori e fissare alla muratura con le modalità più appropriate gli ugelli trasfusori.
La trasfusione dovrà avvenire iniettando il prodotto con attrezzature capaci di consentire la misurazione della pressione di esercizio e della quantità di liquido iniettato.
Se l'applicazione a pressione sarà esplicitamente richiesta, si dovrà alternare la perforazione all'iniezione aumentando la profondità dei fori non appena la sezione di muro trattata risulterà satura; in questo modo, si effettuerà un'impregnazione a rifiuto di sezioni sempre più profonde della muratura.
A fine lavori, la muratura dovrà risultare impregnata in profondità ed in spessore per un raggio medio di circa cm 30 che, alla base della muratura, ne seguirà l'andamento. L'appaltatore sarà tenuto, se richiesto, a fare effettuare a proprie spese, presso laboratori autorizzati, le misurazioni relative al tasso di umidità presente nelle murature, prima e dopo l'esecuzione dei lavori.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO
La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite prelievi al fine accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore.
I prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi verrà redatto apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla costruzione.
a) Collaudo dei materiali
Quando i materiali destinati alla costruzione o alla riparazione di strutture provengono dagli stabilimenti di produzione per la successiva lavorazione o collocazione in cantiere, l'appaltatore ne darà comunicazione alla direzione dei lavori specificando, per ogni fornitura, la distinta dei pezzi, il relativo peso, la destinazione e la documentazione di accompagnamento con relativi attestati di controllo e la dichiarazione che il prodotto è costruito nel rispetto delle norme vigenti (certificati di qualificazione). La direzione dei lavori avrà la facoltà, ogni volta che lo riterrà opportuno, di prelevare dei campioni da sottoporre a prova presso laboratori di sua scelta al fine di verificarne la rispondenza alle norme di accettazione ed ai requisiti di progetto. Per i prodotti non qualificati la direzione dei lavori dovrà effettuare presso laboratori ufficiali tutte le prove meccaniche e chimiche in numero atto a fornire l'approfondita conoscenza delle proprietà di ogni lotto di fornitura. Tutti gli oneri relativi alle prove sono a carico dell'appaltatore.
b) Controlli in corso di lavorazione
L'appaltatore dovrà essere in grado di documentare la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti certificati di qualificazione, fornendone a richiesta della direzione dei lavori una copia. In ogni caso, alla direzione dei lavori sarà riservata la facoltà di eseguire nel corso delle lavorazioni tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli certificati, che le strutture siano conformi ai disegni di progetto e che siano eseguite a perfetta regola d'arte. Ogni volta che le strutture lavorate sono pronte per il collaudo, l'appaltatore informerà tempestivamente la direzione dei lavori che, entro 8 giorni, darà risposta fissando la data per il collaudo.

- Deumidificazione mediante taglio orizzontale della muratura e inserimento di conglomerati speciali

L'appaltatore, che dovrà eseguire il taglio meccanico della muratura, sarà tenuto ad utilizzare le attrezzature che, ad insindacabile giudizio della D.L., comportino il minimo disturbo all'equilibrio statico della struttura e ad adattare le modalità operative alle particolari esigenze della singola muratura da risanare.
Nei lavori da effettuare in zone sismiche, si dovranno osservare, per quanto possibile, le istruzioni contenute nella "Normativa per la riparazione ed il rafforzamento degli edifici danneggiati dal sisma nelle Regioni Basilicata, Campania e Puglia" D.M. LL.PP. 2 luglio 1981 n. 198 ed in ogni altra norma antisismica vigente alla data del presente capitolato.
L'appaltatore eseguirà il taglio meccanico a settori contigui la cui ampiezza sarà stabilita dagli elaborati di progetto o ordinata dalla D.L. in relazione ai carichi ed al tipo di struttura ed inserirà degli idonei distanziatori aventi una resistenza a compressione non inferiore a 600 kg/cmq. Il numero dei distanziatori non dovrà essere inferiore al 30% del volume complessivo del taglio.
La malta sintetica prescritta, caricata con sabbie di quarzo, polveri di marmo e carbonati di calcio ventilate, dalle caratteristiche tecniche rispondenti a quelle richieste dagli artt. "Calci, pozzolane, leganti idraulici, ecc.", "Malte preconfezionate" e "Conglomerati di resina sintetica" del presente capitolato, dovrà essere iniettata a bassa pressione nel rimanente volume del taglio (70%).
L'appaltatore dovrà variare, a richiesta della D.L., la viscosità della resina, la granulometria della miscela degli inerti ed il rapporto resina/inerte in relazione alle caratteristiche della struttura da risanare.
La malta legante dovrà essere confezionata in modo da garantire un elevato potere di adesione, un impercettibile ritiro ed una comprovata inerzia chimica e da assicurare una saldatura del taglio talmente omogeneo ed efficace da annullare, in caso di scosse sismiche, ogni possibile fenomeno di scorrimento orizzontale.
MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO
La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite prelievi al fine accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore.

I prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi verrà redatto apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla costruzione.

a) Collaudo dei materiali

Quando i materiali destinati alla costruzione o alla riparazione di strutture provengono dagli stabilimenti di produzione per la successiva lavorazione o collocazione in cantiere, l'appaltatore ne darà comunicazione alla direzione dei lavori specificando, per ogni fornitura, la distinta dei pezzi, il relativo peso, la destinazione e la documentazione di accompagnamento con relativi attestati di controllo e la dichiarazione che il prodotto è costruito nel rispetto delle norme vigenti (certificati di qualificazione). La direzione dei lavori avrà la facoltà, ogni volta che lo riterrà opportuno, di prelevare dei campioni da sottoporre a prova presso laboratori di sua scelta al fine di verificarne la rispondenza alle norme di accettazione ed ai requisiti di progetto. Per i prodotti non qualificati la direzione dei lavori dovrà effettuare presso laboratori ufficiali tutte le prove meccaniche e chimiche in numero atto a fornire l'approfondita conoscenza delle proprietà di ogni lotto di fornitura. Tutti gli oneri relativi alle prove sono a carico dell'appaltatore.

b) Controlli in corso di lavorazione

L'appaltatore dovrà essere in grado di documentare la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti certificati di qualificazione, fornendone a richiesta della direzione dei lavori una copia. In ogni caso, alla direzione dei lavori sarà riservata la facoltà di eseguire nel corso delle lavorazioni tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli certificati, che le strutture siano conformi ai disegni di progetto e che siano eseguite a perfetta regola d'arte. Ogni volta che le strutture lavorate sono pronte per il collaudo, l'appaltatore informerà tempestivamente la direzione dei lavori che, entro 8 giorni, darà risposta fissando la data per il collaudo.

- Deumidificazione mediante tagli contigui a sezione circolare
ed inserimento nella muratura di conglomerati di resina

L'appaltatore dovrà eseguire la deumidificazione delle murature impiegando esclusivamente una carotatrice che, con moto rotatorio uniforme, potrà perforare qualsiasi spessore e materiale senza urti e vibrazioni. Quindi, dovrà praticare lungo la base della struttura ad una quota superiore a quella del piano di campagna, una prima serie di fori adiacenti e con andamento orizzontale dal diametro non inferiore a 30-35 mm. In seguito, asporterà con una seconda serie di perforazioni le porzioni di muro rimaste. L'appaltatore, salvo diverse prescrizioni, dovrà eseguire le perforazioni a settori alternati di circa 10-15 perforazioni per un'estensione totale a settore non superiore ai 40-60 cm.

Dopo aver ripulito l'interno dei fori, l'appaltatore dovrà riempirlo con la malta prescritta le cui caratteristiche tecniche, i sistemi di confezionamento e la granulometria degli inerti, salvo diverse prescrizioni di progetto, saranno quelli indicati dagli artt. "Malte preconfezionate" e "Conglomerati di resina sintetica" del presente capitolato. Il settore di struttura adiacente potrà essere perforata con le stesse modalità solo dopo l'indurimento e la maturazione della malta iniettata.

Le opere di deumidificazione mediante tagli contigui a sezione circolare saranno effettuate con le disposizioni ed i limiti contenuti nel precedente art. "Deumidificazione mediante taglio orizzontale delle murature".

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite prelievi al fine accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore.

I prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi verrà redatto apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla costruzione.

a) Collaudo dei materiali

Quando i materiali destinati alla costruzione o alla riparazione di strutture provengono dagli stabilimenti di produzione per la successiva lavorazione o collocazione in cantiere, l'appaltatore ne darà comunicazione alla direzione dei lavori specificando, per ogni fornitura, la distinta dei pezzi, il relativo peso, la destinazione e la documentazione di accompagnamento con relativi attestati di controllo e la dichiarazione che il prodotto è costruito nel rispetto delle norme vigenti (certificati di qualificazione). La direzione dei lavori avrà la facoltà, ogni volta che lo riterrà opportuno, di prelevare dei campioni da sottoporre a prova presso laboratori di sua scelta al fine di verificarne la rispondenza alle norme di accettazione ed ai requisiti di progetto. Per i prodotti non qualificati la direzione dei lavori dovrà effettuare presso laboratori ufficiali tutte le prove meccaniche e chimiche in numero atto a fornire l'approfondita conoscenza delle proprietà di ogni lotto di fornitura. Tutti gli oneri relativi alle prove sono a carico dell'appaltatore.

b) Controlli in corso di lavorazione

L'appaltatore dovrà essere in grado di documentare la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti certificati di qualificazione, fornendone a richiesta della direzione dei lavori una copia. In ogni caso, alla direzione dei lavori sarà riservata la facoltà di eseguire nel corso delle lavorazioni tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli certificati, che le strutture siano conformi ai disegni di progetto e che siano eseguite a perfetta regola d'arte. Ogni volta che le strutture lavorate sono pronte per il collaudo, l'appaltatore informerà tempestivamente la direzione dei lavori che, entro 8 giorni, darà risposta fissando la data per il collaudo.

- Deumidificazione mediante l'utilizzo di sistemi elettro-osmotici

L’elettro-osmosi è un fenomeno che avviene fra due masse liquide separate da un corpo poroso per effetto di una differenza di potenziale elettrico. In virtù di questo fenomeno avviene che immettendo una corrente elettrica continua in un liquido conduttore (o anche sottoponendo il liquido ad una leggera differenza di potenziale elettrico inferiore a 6 Volt), si verifica il trasporto di liquidi attraverso i setti porosi saturi, con una velocità che è indipendente dalla natura dei setti. Questo principio generale può essere riscontrato in un muro umido (setto poroso) che presenta una differenza di potenziale elettrico (circa 10-100 millivolt) rispetto al terreno sottostante. Questa differenza di potenziale comporta l’incremento della capacità di trasporto d’acqua (in opposizione alle leggi della gravità), aumentando l’apporto dei fenomeni dovuti alla capillarità.
I metodi di deumidificazione che si basano sull’elettro-osmosi tendono a realizzare l’inversione di polarità, apportando il polo negativo (catodo) nel sottosuolo ed il polo positivo (anodo) nella parete da risanare. Tutto ciò al fine di realizzare l’inversione della direzione di migrazione delle molecole d’acqua.
I sistemi elettro-osmotici possono essere sia attivi che passivi. Si definiscono attivi quelli che realizzano la differenza di potenziale tra la parete ed il terreno, istallando un alimentatore elettrico; si definiscono passivi (o in corto circuito) i sistemi che, sfruttando le differenze di potenziale naturali esistenti fra la parete ed il terreno, tendono ad annullarle mediante un collegamento tra i conduttori della parete e la presa di terra.
Un’altra tecnica associa al principio dell’elettro-osmosi quello dell’elettroforesi (fenomeno di migrazione di particelle colloidali in un’unica direzione per effetto di un campo elettrico); il sistema prevede la realizzazione di una installazione nella quale la differenza di potenziale è ottenuta adottando conduttori di diversa natura (rame per l’anodo e acciaio galvanizzato per il catodo); il tutto si completa con il riempimento dei fori dei conduttori mediante materiali di foresi (dal greco phoresis: trasporto) che, sotto l’azione della pila, si sostituiscono all’acqua all’interno dei capillari.
Elettro-osmosi attiva – Il sistema si basa sul principio dell’inversione della polarità in base al quale, portando a potenziale negativo il terreno e positivo il muro da prosciugare, si può invertire il moto capillare di risalita dell’acqua. Il dispositivo viene realizzato, previa dismissione dell’intonaco deteriorato, installando:
– un semiconduttore elettrico, costituito da una rete in materiale sintetico di circa 30 cm di altezza, posto orizzontalmente lungo la parete in corrispondenza del massimo livello della risalita. Il conduttore può essere accostato alla superficie esterna del paramento, incassato nella muratura o inglobato all’interno dell’intonaco;
– una serie di semiconduttori elettrici (puntazza plastica) infissi nel terreno fino ad una profondità di circa 150 cm con interasse variabile dai 200 ai 300 cm in funzione della conducibilità del terreno;
– una centralina elettronica digitale (2,8 Volt e 2 mAmpère per metro lineare di muro) a corrente continua ad impulsi con valori che non provocano la corrosione dei metalli;
– i relativi collegamenti fra i distinti poli e la centralina.
Elettro-osmosi passiva – Questa tecnica di bonifica mira ad annullare le differenze di potenziale esistenti tra il terreno e la muratura umida e, quindi, ad inibire la risalita d’acqua oltre la linea d’intervento cortocircuitando il muro con una serie di sonde inserite nella struttura e collegate ad un conduttore di rame, che corre orizzontalmente lungo tutto il perimetro del muro, a sua volta collegato a delle prese di terra, costituite da aste metalliche infisse nel suolo, in guisa di prese di terra. I deludenti risultati ottenuti con questa tecnica ne hanno resa desueto l’utilizzo.
Elettro-osmosi-foresi – Questo sistema sfrutta il principio dell’elettro-osmosi coadiuvata dall’elettroforesi utilizzando l’umidità quale mezzo di trasporto per delle sostanze sigillanti e consolidanti. In una prima fase, l’acqua contenuta in materiali porosi, sotto l’influsso di una corrente elettrica, tende a defluire verso l’elettrodo negativo (catodo); in una fase successiva, delle particelle solide sospese nell’acqua ed inserite tramite un liquido colloidale, sotto l’influsso di corrente continua, defluiscono verso il polo negativo attraverso i condotto capillare ostruendoli. In pratica l’effetto elettro-osmotico viene coadiuvato introducendo nella muratura insieme alle sonde, un composto in soluzione acquosa, contenente particelle solide con carica positiva; queste defluiscono internamente ai pori verso il polo negativo (suolo) ed esercitano un’azione sigillante nei pori.
Il dispositivo viene realizzato, previa dismissione dell’intonaco deteriorato, con le seguenti modalità:
– viene praticata orizzontalmente, ad un’altezza da definire secondo il caso specifico, una scanalatura di circa 1-2 cm di profondità, all’interno o all’esterno dell’edificio, per tutta l’estensione della parete da trattare;
– all’interno di questa incavatura vengono inserite delle sonde (ad una certa distanza una dall’altra) in profondità e collegate fra di loro mediante un filo conduttore formato da una serie di sonde in lega a base di rame;
– la linea di collegamento viene in seguito allacciata a dei picchetti in lega metallica ferrosa, infissi nel terreno in modo da formare una efficiente differenza di potenziale;
– parallelamente all’inserimento delle sonde viene iniettata nel muro una sostanza ad effetto sigillante e rassodante (procedimento dell’elettroforesi);
– una rasatura finale con malta speciale proteggerà e renderà invisibile l’installazione completata, così da non rovinare l’estetica della parete;
– contro la formazione di efflorescenze il muro grezzo viene ripetutamente impregnato con una soluzione chimica appropriata;
– contro la formazione di agenti organici come muffe, batteri od alghe: in seguito all’applicazione del sistema viene condotta una ripetuta applicazione con sostanze neutralizzanti;
– protezione della zona trattata e contro l’eventuale influsso di eccessiva umidità ambientale viene applicato un doppio strato di boiacca speciale, permeabile al vapore in modo da permettere la normale traspirazione del muro.

AVVERTENZE

Nelle prime settimane di funzionamento dei sistemi elettro-osmotici possono verificarsi ampie comparse di efflorescenze saline sulla muratura; bisogna procedere quindi alla pulizia dei tratti di muro interessati ed asportare le efflorescenze con i sistemi di cui al punto A.1. Può verificarsi la necessità di ripetere l’operazione più volte nel corso

dei primi mesi di funzionamento del sistema. L'impianto non necessita di una costante manutenzione ma piuttosto di un'attenta sorveglianza e di una precisa lettura dei dati che la centralina riporta.

Agendo il terreno da polo positivo, le forze elettro-osmotiche tendono a trasportare l'acqua verso il muro che agisce da catodo (polo negativo). La differenza di potenziale che esiste in un determinato luogo, fra il terreno nei suoi strati profondi e le murature a livello, dipende da fattori fisico-chimici, dalla quantità e qualità dell'acqua contenuta nel terreno, ecc., fattori dei quali ancora non è singolarmente individuata l'influenza sul fenomeno elettro-osmotico.
Il sistema è utile in tutti quei casi dove al bisogno di abbassare considerevolmente il contenuto d'acqua presente in materiali porosi coesiste la necessità di non intervenire con sistemi lesivi per le strutture edilizie (tagli, perforazioni, ecc.).

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO
L'appaltatore dovrà essere in grado di documentare la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti certificati di qualificazione, fornendone a richiesta della direzione dei lavori una copia. In ogni caso, alla direzione dei lavori sarà riservata la facoltà di eseguire nel corso delle lavorazioni tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli certificati e che le opere siano eseguite a perfetta regola d'arte. Ogni volta che le strutture lavorate sono pronte per il collaudo, l'appaltatore informerà tempestivamente la direzione dei lavori che, entro 8 giorni, darà risposta fissando la data per il collaudo.

- Utilizzo di intonaci idrofughi

In presenza di murature umide, se dovesse risultare impossibile effettuare lavori di deumidificazione (pareti contro terra, locali interrati), in locali con scarsa aerazione ed evidenti fenomeni di condensa, si potranno utilizzare intonaci idrofughi, pannelli isolanti e pannelli a compensazione igrometrica. Questi sistemi, oltre che isolare i locali, modificano i valori microclimatici tramite l'aumento della temperatura delle superfici e un conseguente abbassamento dell'umidità relativa. Per applicare questi sistemi andranno eliminati gli intonaci esistenti con le modalità prescritte all'art. "Demolizioni" del presente capitolato. Seguirà l'accurata pulitura della muratura utilizzando spazzole morbide e piccoli attrezzi meccanici al fine di eliminare ogni residuo e di preparare la superficie muraria al nuovo rivestimento.
Il sistema potrà prevedere la realizzazione di strati anticondensa o di strati completamente isolanti. Nel primo caso sulla muratura verrà applicato un nuovo intonaco opportunamente idrofugato, al quale verranno incollati pannelli di idrosilicato di calce. La finitura verrà garantita da una rasatura finale con nuovo intonaco in malta di calce idraulica.
Nel caso si dovesse essere richiesto il completo isolamento tra muratura ed ambiente l'appaltatore dovrà si realizzare un doppio strato impermeabile applicando un nuovo intonaco idrorepellente in malta cementizia additivata ed una successiva rasatura con cemento impermeabile. Si procederà successivamente con la messa in opera dei pannelli di vetro cellulare a tenuta stagna e la successiva applicazione di pannelli in idrosilicato di calce. La finitura prevede sempre una rasatura con nuovo intonaco in malta di calce idraulica. I pannelli verranno applicati con idonei collanti. Si potranno adottare anche sistemi di tipo misto prevedendo la realizzazione di intercapedini interne e di contropareti da rivestire con intonaci e pannelli speciali.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO
L'appaltatore dovrà essere in grado di documentare la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti certificati di qualificazione, fornendone a richiesta della direzione dei lavori una copia. In ogni caso, alla direzione dei lavori sarà riservata la facoltà di eseguire nel corso delle lavorazioni tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli certificati e che le opere siano eseguite a perfetta regola d'arte. Ogni volta che le strutture lavorate sono pronte per il collaudo, l'appaltatore informerà tempestivamente la direzione dei lavori che, entro 8 giorni, darà risposta fissando la data per il collaudo.

- Eliminazione delle efflorescenze saline

Effettuati gli interventi di deumidificazione e di intercettazione dell'umidità da risalita si presenta spesso il fenomeno della migrazione delle efflorescenze saline dovuta al graduale prosciugamento della muratura. L'appaltatore dovrà, prima di procedere alla posa di qualsiasi rivestimento superficiale, seguire le seguenti istruzioni:
– attendere il tempo necessario per consentire alle murature di espellere i sali in essa presenti. Il tempo di attesa, difficilmente valutabile preventivamente, sarà stabilito dalla D.L. e non sarà mai inferiore ai 4-6 mesi;
– eseguire un'accurata ed energica pulizia con spazzole di saggina della muratura. Sarà escluso tassativamente l'uso di acqua in quanto quest'ultima solubilizza i sali e fa riassorbire i sali riportandoli in profondità.

L'appaltatore, eseguite le precedenti lavorazioni potrà procedere, dietro autorizzazione della D.L. al sistema di eliminazione dei sali previsto in progetto.

1) *Estrazione con intonaci provvisori* – Per accelerare l'espulsione l'appaltatore dovrà applicare un intonaco provvisorio di assorbimento. L'intonaco provvisorio, salvo diversa prescrizione, sarà composto da circa 300 kg di calce idrata per 1,00 mc di sabbia (ben pulita ed assolutamente scevra da sali solubili). Trascorso un periodo di tempo sufficiente per la presa e l'indurimento della malta (variabile in relazione alle condizioni ambientali) esaminerà attentamente la superficie e delimiterà le parti in cui risulta evidente la presenza di efflorescenze saline. Eliminerà l'intonaco provvisorio e, limitatamente alle parti che risultano inquinate, ripeterà il trattamento il numero di volte richiesto dalla D.L. Ove in alcune zone il fenomeno dovesse ripresentarsi è necessario ricorrere a sistemi più risolutivi quali gli impacchi con argille assorbenti di cui all'art. "Metodi per la pulitura di edifici monumentali del presente capitolato".

Specifiche sui materiali – La provvisorietà dell'intervento non richiede una particolare cura nel confezionamento dell'intonaco; quest'ultimo può essere costituito da uno strato, di limitato spessore, ottenibile con una generica malta bastarda. L'inerte di granulometria medio/grossa deve essere perfettamente pulito e di basso contenuto salino. Fra il muro, reso umido sia dalla pulizia che dal contatto con la malta su questo applicata, e fra la stessa malta si attiva, infatti, un fenomeno osmotico; fra due soluzioni a diversa concentrazione salina (il muro e la malta) avviene il trasferimento dei sali in direzione della soluzione con minore concentrazione (l'intonaco provvisorio). Nel caso limite di una malta con una concentrazione salina maggiore di quella presente nella muratura, stendendo l'intonaco provvisorio, si rischia di immettere sali piuttosto che estrarli.

2) *Trattamenti chimici antisalinità* – Nei casi in cui è prescritto questo sistema l'appaltatore, prima di procedere alla pulitura, dovrà eseguire le analisi richieste per l'identificazione dellea natura chimica dei sali presente nella muratura. Andranno pertanto prelevati campioni di materiale da analizzare in laboratorio o da effettuare in situ. All'appaltatore potrà essere richiesto di verificare la solubilità della sostanza in acqua o in acido cloridrico, la reattività chimica (effervescenza con acido cloridrico) o altre analisi più approfondite.

Sulle superfici precedentemente preparate l'appaltatore applicherà, in modo omogeneo e preferibilmente con un irroratore manuale, una sola stesura di prodotto consistente, in genere, in una dispersione acquosa pronta all'uso; il tutto seguendo sempre ed accuratamente le prescrizioni della D.L. ed i suggerimenti del produttore.

Specifiche sui materiali

Per i trattamenti antisalinità si utilizzeranno prodotti a base di silani, silossani e polisilossani (o combinazioni fra tali resine) in dispersione acquosa che hanno la proprietà di formare un filtro antisalinità ad ampio spettro contro diversi tipi di sali (cloruri, nitrati e solfati).

Va escluso l'uso, in assenza di una specifica autorizzazione, dei reattivi (acido fluoridrico, fluosilicato di piombo, fluosilicati alcalini) distruttori di specifici sali in quanto queste sostanze possono produrre all'interno dei pori, come conseguenza della reazione chimica, dei depositi di cristalli capaci di variare le caratteristiche meccaniche degli strati più esterni della muratura.

Si potranno inoltre effettuare trattamenti con prodotti impregnanti o idrorepellenti (resine siliconiche) che tendono a trasformare chimicamente i composti igroscopici in composti stabili. Tali prodotti andranno utilizzati con grande cautela onde non causare ulteriori problemi alle murature quali la creazione di una pellicola idrofoba superficiale. L'appaltatore sarà quindi tenuto ad accertarsi se le resine utilizzate per l'intercettazione di sali abbiano in termini di "tensione superficiale" un angolo di contatto adeguato allo specifico utilizzo.

Diverse formulazioni di tali prodotti, infatti, sono modificazioni apportate a sostanze aventi spiccate caratteristiche idrorepellenti ed antiadesive. L'effetto idrorepellente, attivato in questi prodotti dalla presenza d'acqua nelle malte, non agevola ma contrasta il legame polare fra le diverse componenti cristalline; si corre, quindi, il rischio di non assicurare una sufficiente adesione fra la muratura trattata ed il successivo strato di finitura (intonaco).

Nei casi in cui sono prescritte queste sostanze occorrerà che l'appaltatore presti la dovuta attenzione ai suggerimenti del produttore in relazione ai limiti di tempo entro i quali sarà necessario provvedere, in seguito al trattamento antisalino, alla successiva collocazione degli intonaci. L'effetto idrorepellente ed antiadesivo, infatti, non è immediato ma avviene solo in seguito alla reazione di polimerizzazione della resina. Per l'insieme di questi motivi sarà esclusa la possibilità di eseguire interventi generalizzati sull'intera estensione delle superfici esterne.

L'utilizzo di questi prodotti deve essere limitato a delle piccole zone facilmente accessibili e mantenibili.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite prelievi al fine accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore. I prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi verrà redatto apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla costruzione.

a) Collaudo dei materiali

Quando i materiali destinati alla costruzione o alla riparazione di strutture provengono dagli stabilimenti di produzione per la successiva lavorazione o collocazione in cantiere, l'appaltatore ne darà comunicazione alla direzione dei lavori specificando, per ogni fornitura, la distinta dei pezzi, la destinazione e la documentazione di accompagnamento con relativi attestati di controllo e la dichiarazione che il prodotto è costruito nel rispetto delle norme vigenti (certificati di qualificazione). La direzione dei lavori avrà la facoltà, ogni volta che lo riterrà opportuno, di prelevare dei campioni da sottoporre a prova presso laboratori di sua scelta al fine di verificarne la rispondenza alle norme di accettazione ed ai requisiti di progetto. Per i prodotti non qualificati la direzione dei lavori dovrà effettuare presso laboratori ufficiali tutte le prove meccaniche e chimiche in numero atto a fornire l'approfondita conoscenza delle proprietà di ogni lotto di fornitura. Tutti gli oneri relativi alle prove sono a carico dell'appaltatore.

b) Controlli in corso di lavorazione

L'appaltatore dovrà essere in grado di documentare la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti certificati di qualificazione, fornendone a richiesta della direzione dei lavori una copia. In ogni caso, alla direzione dei lavori sarà riservata la facoltà di eseguire nel corso delle lavorazioni tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli certificati e che le lavorazioni siano eseguite a perfetta regola d'arte.

- *Vespai, intercapedini e drenaggi*

Trattandosi, in genere, di lavorazioni che prevedono scavi di fondazione che potrebbero risultare lesivi per l'equilibrio statico dell'edificio, l'appaltatore avrà l'obbligo di eseguirle attenendosi alle modalità contenute negli artt. "Scavi in genere" e "Scavi di sbancamento" del presente capitolato e solo dopo avere effettuato eventuali lavori di consolidamento delle strutture in elevazione.
I riempimenti con pietrame a secco per drenaggi dovranno essere effettuati con materiali che l'appaltatore collocherà in opera manualmente sul terreno ben costipato; dovrà scegliere le pietre più regolari a forma di lastroni per impiegarle nella copertura di pozzetti e cunicoli, il pietrame di maggiori dimensioni per riempire gli strati inferiori, il pietrame minuto, la ghiaia o anche il pietrisco più adatti ad impedire alle terre sovrastanti di penetrare ed otturare gli interstizi fra le pietre, per il riempimento degli strati superiori. Sull'ultimo strato di pietrisco l'appaltatore dovrà ammassare, stendere e comprimere le terre con cui dovranno completare i lavori.
Per i pavimenti e le murature a diretto contatto col terreno, potrà essere autorizzata l'esecuzione di vespai o intercapedini; il terreno di sostegno ditali opere dovrà essere debitamente spianato, bagnato e ben battuto al fine di evitare qualsiasi cedimento.
Per i vespai in pietrame si dovrà predisporre in ciascun ambiente una rete di cunicoli di ventilazione costituita da canaletti paralleli aventi interasse massimo di m 1,50; quest'ultimi, estesi anche lungo le pareti perimetrali, dovranno essere comunicanti fra loro ed avere una sezione non inferiore a cm 15-20. L'appaltatore dovrà realizzare un sufficiente sbocco all'aperto, ad una quota superiore a quella del piano del vespaio, tramite la costruzione di una condotta di aereazione da collegare alla rete di canali. Ricoperti i canali con pietrame, potrà riempire le zone fra i cunicoli con grossi scheggioni disposti in contrasto tra loro e con l'asse maggiore in posizione verticale intasando i vuoti con scaglie di pietra e spargendo uno strato di ghiaietto fino a raggiungere la quota prestabilita.
Qualora in un piano cantinato venga ordinata la costruzione di una intercapedine interna, l'appaltatore dovrà realizzarla con i materiali e le modalità descritte negli elaborati di progetto.
Inoltre, onde evitare la risalita d'umidità per capillarità, dovrà isolare la struttura alla quota del calpestio esterno e provvedere alla trivellazione, (con l'interasse prescritto dalla D.L.) della parte immediatamente sottostante avendo cura che il lato esterno della perforazione venga a trovarsi al di sopra del piano di calpestio esterno. Se richiesto l'intercapedine dovrà essere realizzata solo dopo l'esecuzione di un sottostante assetto impermeabile con dei mattoni forati disposti a coltello che creino una continuità fra essa ed i canali del vespaio ventilato.
Nelle parti della costruzione in cui si debbano eseguire drenaggi, l'appaltatore, dopo aver sistemato lo strato profondo del drenaggio con pietrame di piccola pezzatura, dovrà posizionare un tubo dalla qualità e dalle dimensioni prescritte, al fine di convogliare le acque nella zona più idonea al loro smaltimento onde evitare qualsiasi rischio di riflusso.
Qualora sia ordinata l'esecuzione di drenaggi mediante lo scavo di pozzi assorbenti, l'appaltatore, realizzate le sbatacchiature ed i puntellamenti del terreno, dovrà provvedere alla realizzazione dello scavo ed alla formazione del pozzo con pareti in pietrame; dovrà inoltre, ricavare un sufficiente numero di cavità fra l'interno del pozzo ed il terreno circostante realizzando la chiusura del pozzo in modo da permettere la periodica ispezione.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite prelievi al fine accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore.
I prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi verrà redatto apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla costruzione.
a) Collaudo dei materiali
Quando i materiali destinati alla costruzione o alla riparazione di strutture provengono dagli stabilimenti di produzione per la successiva lavorazione o collocazione in cantiere, l'appaltatore ne darà comunicazione alla direzione dei lavori specificando, per ogni fornitura, la distinta dei pezzi, il relativo peso, la destinazione e la documentazione di accompagnamento con relativi attestati di controllo e la dichiarazione che il prodotto è costruito nel rispetto delle norme vigenti (certificati di qualificazione). La direzione dei lavori avrà la facoltà, ogni volta che lo riterrà opportuno, di prelevare dei campioni da sottoporre a prova presso laboratori di sua scelta al fine di verificarne la rispondenza alle norme di accettazione ed ai requisiti di progetto. Per i prodotti non qualificati la direzione dei lavori dovrà effettuare presso laboratori ufficiali tutte le prove meccaniche e chimiche in numero atto a fornire l'approfondita conoscenza delle proprietà di ogni lotto di fornitura. Tutti gli oneri relativi alle prove sono a carico dell'appaltatore.
b) Controlli in corso di lavorazione
L'appaltatore dovrà essere in grado di documentare la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti certificati di qualificazione, fornendone a richiesta della direzione dei lavori una copia. In ogni caso, alla direzione dei lavori sarà riservata la facoltà di eseguire nel corso delle lavorazioni tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli certificati, che le strutture siano conformi ai disegni di progetto e che siano eseguite a perfetta regola d'arte. Ogni volta che le strutture lavorate sono pronte per il collaudo, l'appaltatore informerà tempestivamente la direzione dei lavori che, entro 8 giorni, darà risposta fissando la data per il collaudo.

- Sbarramento impermeabile verticale eseguito fra la superficie esterna della muratura ed il terreno

L'appaltatore, prima d'iniziare qualsiasi tipo di scavo, avrà l'obbligo di puntellare, secondo le disposizioni dell'art. "Opere provvisionali" del presente capitolato, quei terreni che, ad insindacabile giudizio della D.L., non dovessero fornire assolute garanzie di sicurezza.

Lo scavo dovrà essere eseguito fino all'estradosso della fondazione in modo da consentire il passaggio degli addetti ai lavori.
L'appaltatore dovrà, quindi, ripulire accuratamente la parte scoperta della struttura sulla quale dovrà stendere uno strato di malta cementizia dello spessore stabilito.
L'applicazione a caldo dello strato di asfalto o di cemento idrofugo o di qualsiasi altro materiale impermeabile prescritto dagli elaborati di progetto, dovrà essere eseguita solo dopo l'indurimento della malta cementizia e secondo le modalità ordinate dalla D.L. o consigliate dal produttore della sostanza impermeabile.
L'appaltatore dovrà, quindi, costruire sullo strato impermeabile, se previsto, un muretto in mattoni pieni, disposti a coltello o collocare ed eseguire quanto previsto in progetto al fine di distanziare, ventilare e salvaguardare lo strato impermeabile.
Infine potrà procedere al riempimento dello scavo con pietrame secondo le modalità descritte nell'art. "Vespai, intercapedini e drenaggi" del presente capitolato.
Se sarà prevista la realizzazione di un'intercapedine esterna mediante la collocazione di elementi prefabbricati, l'appaltatore, oltre a finirli con caratteristiche rispondenti ai requisiti richiesti, dovrà collocarli mediante uno scavo eseguito in aderenza alla struttura fino a raggiungere la quota delle fondazioni secondo le modalità sopra descritte.
Infine, se previsto, dovrà effettuare, tramite la realizzazione di fori all'interno dei muri perimetrali o mediante altri sistemi, il collegamento fra l'esterno al di sopra del piano di calpestio, l'intercapedine esterna, i canali del vespaio ventilato o le intercapedini interne al fine di consentire la circolazione dell'aria ed evitare la saturazione dei vapori.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO
La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite prelievi al fine accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore.
I prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi verrà redatto apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla costruzione.
a) Collaudo dei materiali
Quando i materiali destinati alla costruzione o alla riparazione di strutture provengono dagli stabilimenti di produzione per la successiva lavorazione o collocazione in cantiere, l'appaltatore ne darà comunicazione alla direzione dei lavori specificando, per ogni fornitura, la distinta dei pezzi, il relativo peso, la destinazione e la documentazione di accompagnamento con relativi attestati di controllo e la dichiarazione che il prodotto è costruito nel rispetto delle norme vigenti (certificati di qualificazione). La direzione dei lavori avrà la facoltà, ogni volta che lo riterrà opportuno, di prelevare dei campioni da sottoporre a prova presso laboratori di sua scelta al fine di verificarne la rispondenza alle norme di accettazione ed ai requisiti di progetto. Per i prodotti non qualificati la direzione dei lavori dovrà effettuare presso laboratori ufficiali tutte le prove meccaniche e chimiche in numero atto a fornire l'approfondita conoscenza delle proprietà di ogni lotto di fornitura. Tutti gli oneri relativi alle prove sono a carico dell'appaltatore.
b) Controlli in corso di lavorazione
L'appaltatore dovrà essere in grado di documentare la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti certificati di qualificazione, fornendone a richiesta della direzione dei lavori una copia. In ogni caso, alla direzione dei lavori sarà riservata la facoltà di eseguire nel corso delle lavorazioni tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli certificati, che le strutture siano conformi ai disegni di progetto e che siano eseguite a perfetta regola d'arte. Ogni volta che le strutture lavorate sono pronte per il collaudo, l'appaltatore informerà tempestivamente la direzione dei lavori che, entro 8 giorni, darà risposta fissando la data per il collaudo.

- Sistemi di pulitura - Generalità

In base all'azione chimico-fisica che svolgono sulle superfici dei materiali, i sistemi di pulizia vengono così classificati:
- aggressivi, quando operano un forte attacco fisico-chimica
- parzialmente aggressivi, quando la loro azione risulta più attenuata
- ad aggressività controllata, quando la loro azione aggressiva è facilmente controllabile
- non aggressivi quando non operano alcuna azione chimico-fisica.

Prima di iniziare a pulire i manufatti di particolare valore storico-artistico, l'appaltatore dovrà fare analizzare le croste e le superfici dei materiali al fine di determinare sia la natura, la consistenza e la reattività chimica della sostanza inquinante che l'inerzia chimica, la compattezza e la porosità delle superfici. Dovrà, altresì, adottare esclusivamente sistemi non aggressivi o ad aggressività controllata utilizzando prodotti aventi caratteristiche conformi a quelle richieste dall'art. "Prodotti per la pulizia dei manufatti lapidei" del presente capitolato. Dovrà, infine, prima di procedere alla pulizia, controllare i risultati forniti dall'esame delle superfici campione già trattate con i sistemi richiesti e tenere presente che sarà assolutamente vietato asportare durante l'esecuzione della pulizia, parti anche millesimali di materiale lapideo o eliminare la tipica colorazione denominata patina. In ogni caso ciascun intervento di pulitura dovrà limitarsi ad eliminare tutte le manifestazioni patogene in grado di generare ulteriori degradi, senza preoccuparsi in alcun modo dell'aspetto estetico e cromatico finale. La finalità dei lavori di pulizia consiste nell'eliminare i prodotti di reazione (croste nere, efflorescenze, macchie) che possono proseguire l'azione di deterioramento. Inoltre, considerando che nella maggior parte dei casi si interviene su materiali profondamente degradati, la pulitura deve essere attentamente calibrata, non deve provocare, esercitando un'azione troppo incisiva, ulteriori danneggiamenti sia a livello microscopico che macroscopico; non deve asportare frammenti indeboliti, decoesionati o esfoliati; non deve attivare sostanze chimiche

che possono risultare dannose; nei casi in cui l'asportazione dei depositi possa compromettere l'integrità del materiale, la pulitura deve arrestarsi al momento opportuno al fine di proseguire con altre tecniche.
I singoli interventi saranno realizzati puntualmente e mai in modo generalizzato, partendo sempre e comunque da i sistemi più blandi e solo in seguito all'autorizzazione della D.L. ricorrendo ai sistemi più forti ed aggressivi.

MODALITÀ OPERATIVE COMUNI AI DIVERSI SISTEMI

Intervento iniziale – L'appaltatore dovrà rimuovere esclusivamente quei depositi incoerenti (particellato atmosferico, carbonioso o terroso) che, accumulatisi per gravità o veicolati da acqua meteorica o di risalita (efflorescenze saline), non presentano alcun tipo di coesione o di reazione chimica con il materiale sottostante.
Prima fase – L'appaltatore dovrà rimuovere i depositi composti prevalentemente da sostanze che tendono a solidarizzarsi alla superficie del manufatto tramite un legame essenzialmente meccanico, senza intaccare la natura chimica del materiale. L'entità e la coesione di questi depositi dipendono dalla porosità del materiale. Le sostanze da rimuovere possono essere composte da particellato atmosferico, penetrato in profondità, sali (carbonati) depositati da acqua di dilavamento, o presenti come macchie.
Seconda fase – L'appaltatore dovrà rimuovere lo strato superficiale che si forma sul materiale quando le sostanze esterne, volatili o solide, si combinano con il materiale lapideo mutandone la composizione chimica e dando origine a prodotti secondari di reazione quali gli ossidi di ferro (ruggine) ed i prodotti gessosi (croste).
Per rimuoverei depositi fortemente coesi e solidarizzati con il supporto i metodi sopra elencati possono essere integrati da cicli di pulitura più incisivi, che trovano larga applicazione soprattutto nel trattamento dei materiali di rivestimento e, in generale, di pietre, murature, malte e, in molti casi (ad esclusione dei sistemi che impiegano acqua), anche di legno e metalli.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite specifiche prove in situ e, ove possibile prelievi limitatamente distruttivi al fine di accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore.
Gli eventuali prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi e delle prove in situ verrà redatto un apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla lavorazione.
Controlli in corso di lavorazione
L'appaltatore dovrà essere in grado di documentare la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti certificati di qualificazione, fornendone a richiesta della direzione dei lavori una copia. In ogni caso, alla direzione dei lavori sarà riservata la facoltà di eseguire nel corso delle lavorazioni tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli certificati, e che le modalità ed i tempi delle lavorazioni siano in grado di garantire la salvaguardia del supporto da danni indotti dalla pulitura.

- Metodi per la pulitura di edifici monumentali

Per tutte le lavorazioni incluse in questo articolo l'appaltatore provvederà ad eseguirle tramite il personale specializzato di cui all'art. "Elenco degli addetti da utilizzare per opere specialistiche"
Tasselli di prova – All'appaltatore sarà vietato effettuare qualsiasi tipo di pulitura anche utilizzando sistemi e prodotti prescritti, senza l'esecuzione preventiva di prove applicative e in assenza di una esplicita autorizzazione della D.L.
Pulizia manuale – Poiché la pulizia manuale risulta particolarmente aggressiva, l'appaltatore dovrà eseguirla adoperando esclusivamente di saggina o di nylon. Sarà assolutamente vietato utilizzare spatole, raschietti, carte abrasive (anche a grane sottile) a pietra pomice salvo diverse disposizioni della D.L. relative a superfici di limitata estensione. Se autorizzato, l'appaltatore potrà lavorare con piccoli trapani sulle cui punte monterà delle speciali frese in nylon e setola o con l'impiego puntuale di bisturi, spatole, piccole spazzole in nylon.
Acqua nebulizzata – L'appaltatore, distribuiti i tubi adduttori lungo tutta la superficie dell'intervento, inizierà la pulizia dall'alto nebulizzando l'acqua mediante speciali atomizzatori autorizzati dalla D.L., il cui getto non dovrà mai essere indirizzato direttamente sulle superfici; sfrutterà, quindi, la capacità emolliente dell'acqua durante la caduta. L'efficacia della pulizia sarà determinata non tanto dalla quantità d'acqua impiegata quanto dal fatto che essendo nebulizzata e, quindi, costituita da numerose microparticelle aventi un'area superficiale molto estesa, avrà una superficie di contatto con i materiali da pulire maggiore di quella impiegata senza nebulizzazione. In ogni caso, il quantitativo d'acqua da impiegare su materiali assorbenti o corpi fessurati, dovrà assolutamente essere limitato in quanto dannoso. L'appaltatore dovrà prolungare l'intervento finché, le croste non risultino talmente morbide da essere asportate manualmente mediante spazzole di saggina odi nylon.
Il sistema, per essere efficace, richiede tempi di esercizio piuttosto ampi (1-2 giorni). L'appaltatore dovrà quindi provvedere sia alla raccolta dell'acqua impiegata, che all'accurata protezione delle superfici adiacenti, effettuando il trattamento esclusivamente in stagioni calde. L'appaltatore dovrà impiegare esclusivamente acqua deionizzata, (art. 29 del presente capitolato) priva di impurità e di sali in soluzione. Le particelle d'acqua dovranno avere dimensioni medie comprese tra 5 e 10 micron.
L'appaltatore dovrà eseguire la pulitura con temperature esterne di almeno 14° con intervalli regolari, in ogni caso il tempo d'intervento non dovrà mai eccedere le 4 ore consecutive di apporto d'acqua al fine di evitare l'eccessiva impregnazione da parte delle murature. La produzione di acqua deionizzata si potrà effettuare in cantiere tramite utilizzo di una specifica apparecchiatura, dotata di gruppo a resine scambiatrici di ioni, con una portata sufficiente a garantire la continuità di lavoro (gruppo motopompa a rotore in PVC per l'adduzione dell'acqua deionizzata di

alimentazione ai nebulizzatori); l'appaltatore provvederà alla formazione di adatti circuiti idraulici con tubi in PVC per la distribuzione ad un sufficiente numero di ugelli nebulizzatori completi di rubinetti per la limitazione del flusso, tubi terminali flessibili con ugelli conici per la regolazione fine della nebbia di uscita. In ogni caso l'adatto tempo di intervento sarà da determinarsi su tassellature campione a tempi crescenti concordati con la D.L.

Apparecchiature ad ultrasuoni – L'appaltatore, se previsto, dovrà adoperare speciali dispositivi atti a rimuovere, mediante leggere sollecitazioni prodotte da microonde (25 Khz) trasmesse da un piccolo spray ad acqua, le incrostazioni più resistenti, le apparecchiature ad ultrasuoni, adatte per la loro precisione al trattamento di manufatti policromi di particolare pregio artistico, potranno essere utilizzate solo da personale altamente specializzato.

Microsabbiatura di precisione – La microsabbiatrice è uno strumento di precisione che sfrutta l'azione fortemente abrasiva di microsfere di vetro o di albumina (40 m), spinta da aria compressa. L'appaltatore, per effettuare microsabbiature, dovrà impiegare solo personale specializzato ed operare esclusivamente sulle zone ricoperte da incrostazioni avendo cura di pulire i particolari architettonici senza alterarne i volumi.

L'appaltatore potrà utilizzare ugelli di vario diametro (0,4 – 3 mm) scegliendoli in rapporto alla pressione d'esercizio (0,5 – 4 atm), alla granulometria dell'inerte e principalmente al tipo di supporto da pulire. Gli inerti potranno essere microsfere di vetro o di allumina, corindone bianco, silice micronizzata, del diametro di qualche decina di micron (coefficiente di durezza della scala moshs = 9; dimensioni sfere 100-15 0-180-2 00 mesh), carbonato di calcio o bicarbonato di sodio che hanno durezza di poco superiore alla superficie da pulire (durezza = 3 mosh). La microsabbiatura dovrà esercitare l'azione abrasiva con grande precisione e con gradualità, anche in zone particolarmente sfavorevoli (sottosquadri, cornici), regolando la pressione di esercizio. Per la delicatezza dell'apparecchiatura si richiede l'intervento di operatori altamente qualificati e l'impiego su superfici poco estese.

Aeroabrasivo ad umido a bassa pressione – L'appaltatore, dietro specifica autorizzazione della D.L. potrà impiegare sistemi ad aria compressa a bassa pressione (1-5 bar) e ugelli di vario diametro (mm 1-8). La superficie interessata verrà irrorata da un aerosol di acqua deionizzata nebulizzata mista ad inerti selezionati come quelli impiegati per la microsabbiatura (silice micronizzata; ossidi di alluminio, microsfere di vetro). L'appaltatore dovrà quindi provvedere sia alla raccolta dell'acqua impiegata, che all'accurata protezione delle superfici adiacenti. effettuando il trattamento esclusivamente in stagioni calde.

*Pulizia chimic*a – L'appaltatore potrà utilizzare solamente quei detergenti chimici dalle caratteristiche richieste dall'art. "Prodotti per la pulizia dei materiali lapidei" del presente capitolato che dovrà applicare esclusivamente sulle incrostazioni avendo cura di controllarne l'azione corrosiva in modo da non compromettere l'integrità dei materiali lapidei. Dovrà impiegare preferibilmente formulati in pasta da diluire con le percentuali d'acqua stabilite dalla D.L. L'appaltatore per la pulizia di materiali porosi, assorbenti e deteriorati non dovrà assolutamente utilizzare detergenti chimici che, invece, potrà impiegare per rimuovere lo sporco depositatosi su superfici integre e compatte. Egli dovrà in ogni caso eseguire subito dopo la pulizia lavaggi con abbondante acqua e con neutralizzatori. Se richiesto, l'appaltatore dovrà attenuare l'azione corrosiva inserendo fogli di carta assorbente fra la pietra e la pasta chimica.

Argille assorbenti – L'appaltatore dovrà diluire l'argilla con un quantitativo d'acqua sufficiente a renderla pastosa e lavorabile; quindi, applicherà l'impasto sul manufatto con le mani o con piccole spatole flessibili e farà aderire all'impasto dei teli di garza su cui stenderà del cotone idrofilo bagnato; infine, coprirà il tutto con teli di nylon aperti in alto al fine di permettere il ciclico inumidimento del cotone. Ogni 2-3 giorni, dovrà controllare che l'impacco sia sufficientemente umido e in caso contrario bagnarlo e sigillarlo. Trascorso un congruo numero di giorni, generalmente valutato con prove applicative, dovrà togliere i teli di nylon per lasciare essiccare l'argilla che, in seguito, asporterà con lavaggi a base d'acqua deionizzata. Se l'argilla non riuscisse a sciogliere le incrostazioni, l'appaltatore dovrà diluirla con piccole quantità di agenti chimici o sostituire l'acqua d'impasto con sostanze solventi a bassissima concentrazione; il tutto dietro specifica autorizzazione degli organi preposti alla tutela e dopo specifiche analisi di laboratorio.

Inoltre, se previsto dagli elaborati di progetto o richiesto dalla D.L., dovrà preparare gli impacchi aggiungendo all'argilla, urea, glicerina o altre sostanze capaci di pulire le croste molto spesse mediante l'azione solvente esercitata dai nitrobatteri. L'appaltatore avrà, infine, l'obbligo di mantenere l'impacco attivo sulle croste per il tempo ritenuto necessario dalla D.L. ad assolvere la sua funzione detergente.

Sistemi laser – L'apparecchiatura selettiva laser (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation), ad alta precisione, è in grado di rimuovere depositi da marmi e da materiali di colore chiaro, depositi e patine superficiali da legno, bronzo, terrecotte e intonaci. Sottoposti ad impulsi successivi (spot) di raggio laser, i depositi superficiali assorbono selettivamente, con una conseguente evaporazione di sostanze con la rottura dei legami chimici e con un effetto fotomeccanico. Inoltre, l'onda d'urto collegata alla rapida espansione dei gas emessi durante la fase appena descritta, provoca un effetto di rimozione delle particelle di deposito debolmente aderenti alla superficie. Lo strato interessato viene colpito dalla radiazione per spessori di qualche micron. Non viene quindi intaccato lo strato sottostante con coefficiente di assorbimento inferiore (specialmente se di colore chiaro). Il laser permette di rispettare integralmente la patina di materiali sui quali siano presenti croste e depositi scuri; per contro ha alti costi di esercizio, dovuti alla specificità dell'apparecchiatura e ai tempi di intervento.

Il raggio laser sarà condotto sulla superficie da pulire utilizzando un braccio snodato meccanico della lunghezza di circa m 2 o tramite un sistema a fibre ottiche che conducono le radiazioni sino ad una pistola che viene utilizzata direttamente dall'operatore (la distanza tra apparecchio e superficie si aggira intorno a m 10 - 12). L'apparecchio deve possedere buone doti di maneggevolezza, avere la possibilità di regolare l'emissione di energia per impulso, la modulazione delle frequenze di emissione, la focalizzazione del raggio sulla superficie dell'oggetto da pubre.

Andranno attentamente verificati in fase operativa i tempi, la lunghezza d'onda e l'energia di impulso dell'apparecchiatura che verrà s'intende utilizzare; risulta pertanto importante effettuare un'appropriata selezione delle

condizioni di lavoro anche in riferimento al substrato. Dovranno quindi essere eseguite le analisi conoscitive preliminari, previste all'art. "Indagini preliminari" del presente capitolato, sia sul supporto che sul deposito. Saranno inoltre eseguite delle tassellature di prova con diverse intensità.
Si potrà quindi operare in modi diversi e in maniera selettiva adottando essenzialmente i seguenti sistemi:
– sistema diretto: atto alla rimozione diretta del deposito;
– sistema indiretto: con energie incidenti controllate, atte semplicemente a staccare il deposito dal substrato, da rimuovere successivamente con altre tecniche (bisturi).

L'apparecchiatura sarà sempre utilizzata da personale altamente specializzato in grado di valutare attentamente i risultati ottenuti, eventualmente variando di volta in volta i parametri esecutivi ed applicativi (lunghezza d'onda, durata, ripetizione degli impulsi, energia del flusso, sezione trasversale, convergenza del fascio). In questo modo il laser potrà essere "messo a punto" – in modo da ottenere risultati specifici (auto limitazione, selettività, discriminazione).
L'appaltatore dovrà prendere le precauzioni particolari nella protezione da danni agli occhi degli operatori.
Sistema Jos – Il sistema sfrutta un vortice d'aria elicoidale a bassissima pressione (0,1 – 1,0 bar) ed inerti con granulometria di pochi micron quali il carbonato di calcio, gusci di noce, noccioli, polvere di vetro, granturco macinato (durezza da 1 a 4 mosh, granulometria da 5 a 3 00 micron). Il sistema, conformemente agli elaborati di progetto, potrà essere impiegato sia a secco che ad umido utilizzando minimi quantitativi d'acqua (5 – 60 1/h) in relazione alla superficie da ripulire. La proiezione a vortice degli inerti agisce sulla superficie con differenti angoli d'incidenza, ottenendo pertanto buoni risultati di pulitura sia su superfici lapidee che su metalli, legni, superfici pittoriche ed affreschi. L'appaltatore potrà impiegare questo sistema su superfici sporche di particellato atmosferico, su incrostazioni calcaree, su croste nere, graffiti, mentre sarà opportuno evitare interventi su alghe, muschi e licheni ed altro genere di sostanze organiche (la rottura delle molecole pigmentate può macchiare il supporto). L'operatore dovrà variare, in relazione dello specifico intervento, le dimensioni dell'ugello e la distanza di esercizio (fra ugello ed il materiale) tra i cm 35 e i 45. Il sistema richiede l'impiego di compressori di grandi dimensioni dotati di regolatore di pressione.
Sistemi meccanici – Solo dietro specifica autorizzazione della D.L. e ricorrendo a personale altamente specializzato l'appaltatore potrà impiegare utensili di vario tipo quali: bisturi, spatole metalliche, microscalpelli, microtrapani, vibroincisori elettrici o ad aria compressa. Questi strumenti saranno impiegati esclusivamente per rimuovere depositi di materiali di varia natura quali depositi calcarei, stuccature cementizie e materiali incompatibili con il supporto.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO
La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite specifiche prove in situ e, ove possibile, prelievi limitatamente distruttivi al fine di accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore.
Gli eventuali prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi e delle prove in situ verrà redatto un apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla lavorazione.
Controlli in corso di lavorazione
L'appaltatore dovrà essere in grado di documentare la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti certificati di qualificazione, fornendone a richiesta della direzione dei lavori una copia. In ogni caso, alla direzione dei lavori sarà riservata la facoltà di eseguire nel corso delle lavorazioni tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli certificati, e che le modalità ed i tempi delle lavorazioni siano in grado di garantire la salvaguardia del supporto da danni indotti dalla pulitura.

- Metodi di pulitura di edifici comuni

Il sistema di pulizia di questi edifici non richiede le tecniche sofisticate necessarie all'edilizia di tipo monumentale. L'appaltatore, quindi, potrà impiegare sistemi più pratici e veloci a condizione che:
– i materiali utilizzati possiedano le caratteristiche richieste dall'art. "Prodotti per la pulizia dei materiali lapidei" del presente capitolato;
– non alterino l'integrità delle superfici trattate;
– siano eseguiti da personale specializzato ed autorizzati dalla D.L.

Pulizia con getti d'acqua a pressione – Risulta particolarmente indicata per le rimozioni di croste anche molto spesse grazie all'azione meccanica della pressione che aumenta la capacità solvente dell'acqua. L'appaltatore inizierà la pulizia dall'alto impiegando una pressione di 2-4 Atm in modo da sfruttare i percolamenti per ammorbidire le parti sottostanti. La durata dei lavori dipenderà dalla natura e dalla consistenza delle croste. L'appaltatore dovrà evitare di prolungare questo tipo di trattamento su superfici che si presentano diffusamente fessurate o costituite da materiali porosi.
Sabbiature – La sabbiatura dovrà essere effettuata solo su superfici sane e compatte mediante macchine che utilizzino sabbie silicee molto sottili. L'appaltatore non dovrà assolutamente adoperarle su superfici friabili o particolarmente degradate. Su richiesta, l'appaltatore potrà anche impiegare speciali idro-sabbiatrici fornite di serbatoi atti al contenimento della sabbia e dell'acqua ed alla calibratura di solventi chimici adatti ad incrementare l'azione abrasiva. L'appaltatore potrà utilizzare un normale compressore ed una pistola a spruzzo collegati ad un recipiente pieno di sabbia fine miscelata con acqua il cui getto sarà attivato dalla depressione presente nell'ugello. L'appaltatore dovrà limitare la sabbiatura alle zone ricoperte da croste particolarmente dure e spesse e solo su esplicita richiesta degli organi preposti alla tutela del bene in oggetto potrà eseguirla sull'intera superficie del manufatto.
La pulizia chimica – L'appaltatore dovrà impiegare prodotti a base di sostanze attive che sciogliendo o ammorbidendo le incrostazioni ne rendano possibile l'asportazione mediante successiva pulizia con acqua. Le sostanze chimiche dovranno avere caratteristiche rispondenti a quelle richieste dall'art. "Prodotti per la pulizia dei materiali lapidei" del

presente capitolato e l'appaltatore, prima di adoperarle, dovrà eseguire delle prove su campioni al fine di conoscerne la reazione e valutare di conseguenza l'opportunità di un loro utilizzo. In ogni caso, prima di metterle in opera, egli avrà l'obbligo di impregnare le superfici con acqua in modo da limitare il loro assorbimento.
L'appaltatore, applicate le sostanze acide su piccoli settori, le lascerà agire per circa 10 minuti ed in seguito le asporterà mediante ripetuti lavaggi con acqua. Egli, inoltre, dovrà utilizzare le sostanze alcaline atte a sciogliere con rapidità oli e grassi solo su pietre resistenti agli alcali e su manufatti di cemento lasciandole agire non oltre 15 minuti. Infine, l'appaltatore sarà tenuto ad impiegare gli appositi neutralizzatori che, in seguito, dovrà eliminare mediante lavaggi con acqua.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO
La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite specifiche prove in situ e, ove possibile prelievi limitatamente distruttivi al fine di accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore.
Gli eventuali prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi e delle prove in situ verrà redatto un apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla lavorazione.
Controlli in corso di lavorazione
L'appaltatore dovrà essere in grado di documentare la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti certificati di qualificazione, fornendone a richiesta della direzione dei lavori una copia. In ogni caso, alla direzione dei lavori sarà riservata la facoltà di eseguire nel corso delle lavorazioni tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli certificati, e che le modalità ed i tempi delle lavorazioni siano in grado di garantire la salvaguardia del supporto da danni indotti dalla pulitura.

- Bonifica da macro e microflora

Questi lavori sono un particolare tipo di pulitura che interessano la bonifica sia dell'ambiente circostante al materiale che il materiale stesso; consistono nella rimozione della vegetazione (inferiore e superiore): muschi, licheni, alghe, apparati radicali di piante infestanti. Questi trattamenti possono essere eseguiti con mezzi meccanici controllati oppure irrorando sulle superfici interessate disinfestanti liquidi (da applicare a pennello o con apparecchiatura a spruzzo), in gel o in polvere, ripetendo il trattamento periodicamente. È necessario impiegare prodotti la cui capacità tossica decada rapidamente, in modo da non accumularli nel terreno, facendo attenzione che la loro efficacia sia il più possibile limitata alle specie invasive da eliminare. Questi trattamenti andranno effettuati sempre con la massima cura e la completa sicurezza per gli operatori. Dovranno essere sempre e comunque autorizzati dalle autorità competenti la tutela del bene, dietro specifica autorizzazione e controllo della D.L.
La pulizia non dovrà mai essere effettuata in maniera generalizzata, ma direttamente sulla parte interessata, puntuale e finalizzata solo dopo avere acquisito tutti gli elementi necessari per la conoscenza sia del materiale da trattare (consistenza fisico-materica, composizione chimica ecc.), sia della natura e specie della flora infestante che del tipo di prodotto da utilizzare.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO
La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite specifiche prove in situ e, ove possibile prelievi limitatamente distruttivi al fine di accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore.
Gli eventuali prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi e delle prove in situ verrà redatto un apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla lavorazione.
Controlli in corso di lavorazione
L'appaltatore dovrà essere in grado di documentare la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti certificati di qualificazione, fornendone a richiesta della direzione dei lavori una copia. In ogni caso, alla direzione dei lavori sarà riservata la facoltà di eseguire nel corso delle lavorazioni tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli certificati, e che le modalità ed i tempi delle lavorazioni siano in grado di garantire la salvaguardia del supporto da danni indotti dalla pulitura.

- Eliminazione di macroflora e di microflora infestante

Eliminazione della vegetazione infestante
L'appaltatore darà inizio ai lavori con l'estirpazione meccanica della vegetazione ricorrendo a modalità idonee a non alterare i materiali componenti la muratura; scarterà, quindi, tutti i mezzi che possono alterare profondamente il substrato del muro.
Tutte le specie arboree ed erbacee dovranno essere estirpate nel periodo invernale, tagliandole a raso con i mezzi più adatti (a bassa emissione di vibrazioni). In ogni caso l'appaltatore dovrà tenere presenti e valutare attentamente i seguenti fattori:
– la resistenza allo strappo opposta dalle radici;
– l'impossibilità di raggiungere con mezzi meccanici le radici ed i semi penetrati in profondità, senza recare danni ulteriori alla struttura muraria da salvaguardare;
– le difficoltà che si incontrano nel raggiungere le parti infestate.

Eliminate le parti a vista, l'appaltatore provvederà ad eseguire la disinfestazione tramite l'utilizzo delle sostanze chimiche previste in progetto garantendo il pieno rispetto delle strutture e dei paramenti dell'edificio su cui opera. Interverrà, quindi, con la massima cautela, utilizzando quei biocidi con le seguenti caratteristiche:
– assenza di qualsiasi azione chimica, diretta o indiretta nei riguardi delle strutture murarie che debbono essere trattate;
– essere incolore, trasparente e privo, dopo l'applicazione, di residui inerti stabili; sono da escludersi pertanto tassativamente tutti quei prodotti colorati, oleosi e che possono lasciare tracce permanenti del loro impiego;
– neutralità chimica;
– atossicità nei riguardi dell'uomo, degli animali domestici e selvatici;
– assenza di fenomeni inquinanti per la acque superficiali e profonde delle zone interessate all'applicazione;
– essere degradabile nel tempo ad opera delle microflore del substrato.

Il principio attivo dovrà essere stabile ed essere irrorato entro i limiti della zona di distribuzione, senza sbavature, che possano estendere l'azione del formulato a settori che non sono da trattare.
Per la esecuzione degli interventi sarà consentito l'uso dei prodotti di cui all'art. 51 del presente capitolato. Successivamente all'applicazione e trascorso un periodo di almeno 60 giorni, sarà cura dell'appaltatore controllarne l'efficacia.

Eliminazione di alghe, muschi e licheni

Le alghe, i licheni ed i muschi attecchiscono in aree fortemente umide ed in ombra, soprattutto se alimentate dalla presenza di acque meteoriche o disperse, da umidità di condensazione o di risalita: l'appaltatore, quindi, nei limiti di quanto previsto dagli elaborati di progetto, dovrà, prima di operare qualsiasi intervento su tali organismi, eliminare tutte le cause al contorno che ne agevolano la crescita, al fine evitare che la disinfestazione possa perdere efficacia.
I muschi crescono su substrati argillosi aderenti alle murature sulla cui superficie formano escrescenze e tappeti uniformi. L'appaltatore dovrà provvedere, preventivamente alla disinfestazione, alla loro rimozione meccanica a mezzo di spatole e altri strumenti (pennelli a setole rigide, ecc.) evitando accuratamente d'incidere sulle superfici dei manufatti. Solo successivamente potrà applicare la sostanza biocida. Quest'ultima, conformemente a quanto richiesto dagli elaborati di progetto o ordinato dalla D.L., potrà essere del tipo specifico per una singola specie oppure a vasto raggio di azione.
Le superfici infestate saranno irrorate con i biocidi di cui all'art. 51 del presente capitolato sono generalmente sostanze solubili in acqua e da utilizzare in soluzioni all'1-3%. Nei casi più difficili, potranno essere utilizzate soluzioni più concentrate, eventualmente sospese in fanghi o paste opportune (mediante impacchi di argilla o di metilcellulosa) e lasciate agire per tempi sufficientemente lunghi (1 o 2 giorni).
I trattamenti dovranno essere ripetuti il numero di volte stabilito insindacabile giudizio della D.L., e andranno conclusi con abbondanti lavaggi con acqua al fine di eliminare ogni residuo di sostanza biocida. Per evitare l'uso di sostanza velenose per l'uomo e pericolose per i materiali, l'appaltatore potrà operare una sterilizzazione delle alghe cianoficce e dei cianobatteri mediante l'applicazione di radiazioni ultraviolette, ottenute con lampade da 40W poste a circa cm 10-20 dal muro e lasciate agire ininterrottamente per una settimana. In questo caso l'appaltatore dovrà prendere tutte le precauzioni necessarie per la protezione da danni agli occhi degli operatori.
Le sostanze biocide, pur non essendo tossiche per l'uomo, saranno utilizzate con le dovute cautele in quanto possono risultare irritanti, soprattutto su soggetti sensibili, e creare allergie, o risultare pericolose per gli occhi e le mucose. L'appaltatore, quindi, dovrà fornire agli operatori guanti ed eventuali occhiali, osservando le norme generali di prevenzione degli infortuni relativi all'uso di prodotti chimici velenosi.

MODALITÀ DI CONTROLLO, VERIFICA E COLLAUDO

La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite specifiche prove in situ e, ove possibile prelievi limitatamente distruttivi al fine di accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore.
Gli eventuali prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi e delle prove in situ verrà redatto un apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla lavorazione.

RIFERIMENTI NORMATIVI

UNI 10813 *Beni culturali – Materiali lapidei naturali ed artificiali – Verifica della presenza di microrganismi fotosintetici su materiali lapidei mediante determinazione spettrofotometrica UV/Vis delle clorofille a, b, e c.*
UNI 10922 *Beni culturali – Materiali lapidei naturali ed artificiali – Allestimento di sezioni sottili e sezioni lucide di materiali lapidei colonizzati da biodeteriogeni.*

Controlli in corso di lavorazione

L'appaltatore dovrà essere in grado di documentare la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti certificati di qualificazione, fornendone a richiesta della direzione dei lavori una copia. In ogni caso, alla direzione dei lavori sarà riservata la facoltà di eseguire nel corso delle lavorazioni tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli certificati, e che le modalità ed i tempi delle lavorazioni siano in grado di garantire la salvaguardia del supporto da danni indotti dalla pulitura.

- Impregnazione di manufatti edili e trattamenti protettivi - Generalità

Trattandosi di lavorazioni complesse e delicate le impregnazioni, qualsiasi sia la loro finalità, necessitano di un'approfondita analisi del quadro patologico generale, della specifica natura del degrado, dello stato di consistenza dei manufatti da impregnare al fine di determinare la tipologia sia dei prodotti che delle tecniche d'intervento.

I lavori di impregnazione di manufatti edili da effettuare mediante sostanze idrofobizzanti o consolidanti dovranno essere preceduti da analisi da eseguire, ove prescritto secondo le prescrizione contenute nell'art. "Indagini preliminari ai lavori di restauro" del presente capitolato, atte a stabilire in base al degrado il tipo di formulato da impiegare.
All'appaltatore sarà, quindi, vietato effettuare qualsiasi tipo d'impregnazione utilizzando anche sostanze prescritte, senza la preventiva esecuzione di prove applicative e l'esplicita autorizzazione della D.L. In ogni caso qualsiasi impregnazione dovrà essere limitata e mai generalizzato. Ad applicazione effettuata l'appaltatore dovrà verificarne l'efficacia, tramite prove e successive analisi, anche tramite controlli periodici cadenzati nel tempo.
La quantità di prodotto da utilizzare sarà decisa dalla D.L. in funzione della:
– porosità dei materiali
– struttura molecolare dell'impregnante
– qualità della sostanza impregnante
– modalità di applicazione.

L'appaltatore, prima di procedere a qualsiasi tipo di applicazione avrà l'obbligo di:
– eliminare le fessure, i giunti, le sconnessure e qualsiasi altro difetto costruttivo
– accertare mediante prove applicative la compatibilità dell'impregnante con le malte o gli intonaci alcalini
– eliminare ogni possibile infiltrazione d'acqua al fine di evitare possibili migrazioni di sali all'interno del muro
– eliminare dal manufatto qualsiasi traccia di solventi, detergenti, depositi organici ed efflorescenze saline
– proteggere le superfici che potrebbero essere danneggiate dall'intervento
– eseguire l'impregnazione con temperature ambientali comprese fra i 5° ed 25°C
– proteggere dalla pioggia per almeno un giorno le superfici impregnate.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO
La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite specifiche prove in situ e, ove possibile prelievi limitatamente distruttivi al fine di accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore.
Gli eventuali prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi e delle prove in situ verrà redatto un apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla lavorazione.
Controlli in corso di lavorazione
L'appaltatore dovrà essere in grado di documentare la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti certificati di qualificazione, fornendone a richiesta della direzione dei lavori una copia. In ogni caso, alla direzione dei lavori sarà riservata la facoltà di eseguire nel corso delle lavorazioni tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli certificati, e che le modalità ed i tempi delle lavorazioni siano in grado di garantire la salvaguardia del supporto da danni indotti dalla lavorazione. I controlli saranno quelli stabiliti all'art. 67 del presente capitolato

- Consolidamento di manufatti edili

L'appaltatore eseguirà il trattamento consolidante utilizzando esclusivamente quelle sostanze che abbiano i requisiti richiesti dall'art. "Impregnanti con effetto consolidante" del presente capitolato. Il quantitativo di sostanze consolidante sarà stabilito dalla D.L. in base all'effettivo grado d'alterazione del manufatto solo dopo l'esecuzione di prove su superfici campione.
I sistemi d'applicazione delle sostanze consolidanti prevedono l'impiego sia di generici attrezzi di cantiere (pennelli, rulli, pistole a spruzzo o airless) sia, ove è richiesta la penetrazione capillare in profondità, di un impianto di cantiere più complesso.
L'appaltatore, in ogni caso, dovrà delimitare proteggendole le zone non interessate dall'intervento facendo in modo di raccogliere e di riciclare la sostanza consolidante che non viene assorbita. Organizzerà, in seguito, dei cicli continui di imbibizione. Se richiesto, dovrà predisporre una serie di nebulizzatori che distribuiscano il prodotto sulla superficie da trattare; in alternativa dovrà realizzare, sull'elemento da trattare, degli impacchi di cotone, di cellulosa o di carta giapponese, che terrà costantemente imbevuti di sostanza consolidante.
Qualora le parti da trattare siano smontabili (statue, elementi decorativi, balaustre estremamente degradate) o distaccate, l'appaltatore dovrà predisporre il più appropriato trattamento in laboratorio (all'interno o all'esterno del cantiere). I manufatti saranno impregnati in contenitori di resina, per immersione parziale o totale o, se richiesto negli elaborati di progetto, sotto vuoto.
I tempi di applicazione cambiano in rapporto al prodotto, al sistema scelto, alla porosità del materiale e possono variare da poche ore a diversi giorni.
In generale i prodotti consolidanti potranno essere applicati:
– ad airless: tramite l'utilizzo di apposite apparecchiature in grado di vaporizzare il liquido, in assenza di aria, messo in pressione da una pompa pneumatica;
– a pennello: tramite applicazione sino a rifiuto, con pennelli morbidi, utilizzando i prodotti in soluzione particolarmente diluita (ove previsto dal produttore), aumentando gradualmente la concentrazione sino ad oltrepassare lo standard nelle ultime mani.
– a tasca: questa tecnica, da utilizzarsi per l'impregnazione di apparati decorativi, di aggetti e formelle fortemente degradati. Prevede l'applicazione intorno alla zona da consolidare di tasca ottenuta nel seguente modo:
  – collocando nella patte inferiore un elemento a forma di gronda impermeabilizzato (per esempio di cartone imbevuto di resina epossidica), allo scopo di recuperare il prodotto consolidante in eccesso;

- ricoprendo la parte da consolidare con uno strato di cotone idrofilo;
- avvolgendo la zona ed il cotone con dei fogli di polietilene da sigillare fra loro;
- collocando nella parte alta un tubo adduttore fornito diversi e piccoli fori atti a distributore la sostanza impregnante.

Il prodotto consolidante sarà spinto verso la tasca da una pompa e, attraverso il cotone idrofilo, penetrerà lentamente nella zona da consolidare: l'eccesso di resina verrà raccolto nella grondaia e, una volta recuperato, sarà rimesso in circolo. Per il buon fine dell'intervento sarà necessario assicurarsi, di tanto in tanto, che il cotone idrofilo sia sempre perfettamente in contatto con la superficie interessata:

- a percolazione. Questa tecnica, da utilizzarsi per l'impregnazione di superfici estese, ricalca i principi del metodo precedente; l'appaltatore farà collocare un idoneo distributore nella parte superiore della superficie da trattare; tramite il distributore il prodotto verrà distribuito lungo un segmento e per gravità tenderà a scendere impregnando per capillarità la superficie da trattare. La quantità di prodotto in uscita dal distributore dovrà essere calibrata in modo tale da garantire il graduale ma continuo assorbimento evitando, nel contempo, eccessi di formulato tali da coinvolgere le zone circostanti. Il distributore potrà essere costituito da un tubo o da una canaletta forata e fornita, nella sua parte inferiore, di un pettine o di una spazzola con funzione di distributore;
- sotto vuoto. È possibile applicare la tecnica del vuoto sui materiali in situ nel seguente modo:
  - ricoprendo le parti da trattare con dei fogli di polietilene;
  - sigillandone accuratamente i bordi con lattice di gomma e nastri adesivi, in modo da poter creare il vuoto fra superficie della pietra e fogli di protezione;
  - predisponendo, sotto i fogli di polietilene, un elemento distributore (collegato al recipiente che contiene la sostanza impregnante. Tramite il distributore la sostanza consolidante sarà aspirata grazie alla formazione del vuoto:
    - posizionando, sotto i fogli di polietilene, dei raccordi dove collegare la pompa;
    - attivando la pompa per vuoto collegata ai raccordi.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite specifiche prove in situ e, ove possibile prelievi limitatamente distruttivi al fine di accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore.

Gli eventuali prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi e delle prove in situ verrà redatto un apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla lavorazione.

Controlli in corso di lavorazione

L'appaltatore dovrà essere in grado di documentare la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti certificati di qualificazione, fornendone a richiesta della direzione dei lavori una copia. In ogni caso, alla direzione dei lavori sarà riservata la facoltà di eseguire nel corso delle lavorazioni tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli certificati, e che le modalità ed i tempi delle lavorazioni siano in grado di garantire la salvaguardia del supporto da danni indotti dalla lavorazione. I controlli saranno quelli stabiliti all'art. 67 del presente capitolato.

- Idrofobizzazione di manufatti edili

L'appaltatore potrà procedere al trattamento idrofobizzante delle superfici esterne dei manufatti edili solo dopo aver effettuato, se prescritto dagli elaborati di progetto, la loro impregnazione con effetto consolidante. I lavori andranno eseguiti previa l'accurata pulizia delle superfici.

Se si dovessero utilizzare per la pulizia sostanze chimiche attive, l'appaltatore dovrà neutralizzare l'azione degli eventuali residui con abbondante acqua o mediante l'uso di appositi neutralizzatori indicati dalla D.L.

Prima di dare inizio ai lavori, dovrà eseguire prove applicative su superfici campione al fine di determinare la quantità di materiale occorrente e di verificare, se prescritto, mediante specifiche analisi di laboratorio, la validità del trattamento, la profondità d'impregnazione e la compatibilità fisico-chimica della sostanza impregnante con il supporto. Gli impregnanti, salvo diverse prescrizioni, dovranno essere applicati su fondi asciutti.

L'appaltatore dovrà dopo la pulizia con acqua o in caso di pioggia, attendere che le superfici, traspirando, riacquistino il loro naturale tasso di umidità, per applicare le sostanze impregnanti si potranno impiegare indifferentemente i sistemi, sia sistemi manuali che meccanici, descritti nell'articolo precedente "Consolidamento corticale di manufatti edili".

Per ottenere una profonda ed efficace impregnazione i sistemi più diffusi sono:

- pennelli: purché, la sostanza impregnante venga stesa più volte fino a completa saturazione del manufatto;
- altre tecniche, purché, siano in grado di trattenere la sostanza impregnante sul supporto per il tempo occorrente a realizzare un completo assorbimento ed a condizione che non comportino alcun pericolo per l'integrità del manufatto.

Qualora venissero impiegati sistemi a spruzzo, gli ugelli dovranno essere tenuti ad una distanza di almeno 10-15 cm in modo da evitare il ricorso a pressioni elevate.

L'appaltatore, infine, durante il periodo estivo dovrà evitare l'impregnazione di superfici soleggiate e durante l'inverno proteggere con teli le superfici esposte alle piogge evitando il trattamento con temperature inferiori a 0 gradi centigradi.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite specifiche prove in situ e, ove possibile prelievi limitatamente distruttivi al fine di accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore.
Gli eventuali prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi e delle prove in situ verrà redatto un apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla lavorazione.

Controlli in corso di lavorazione

L'appaltatore dovrà essere in grado di documentare la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti certificati di qualificazione, fornendone a richiesta della direzione dei lavori una copia. In ogni caso, alla direzione dei lavori sarà riservata la facoltà di eseguire nel corso delle lavorazioni tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli certificati, e che le modalità ed i tempi delle lavorazioni siano in grado di garantire la salvaguardia del supporto da danni indotti dalla lavorazione. I controlli saranno quelli stabiliti all'art. 67 del presente capitolato.

RIFERIMENTI NORMATIVI

UNI 10921 *Beni culturali – Materiali lapidei naturali ed artificiali – Prodotti idrorepellenti – Applicazione su provini e determinazione in laboratorio delle loro caratteristiche.*

UNI 10859 *Beni culturali – Materiali lapidei naturali ed artificiali – Determinazione dell'assorbimento d'acqua per capillarità*

CAPO V

RESTAURO DEGLI APPARATI DECORATIVI

- Restauro degli apparati decorativi - Generalità

I lavori di restauro degli apparati decorativi saranno sempre finalizzati alla conservazione dell'esistente; l'appaltatore dovrà, quindi, evitare demolizioni e dismissioni tranne quando espressamente ordinato dalla D.L. ove essi risultino alterati e degradati in maniera irreversibile. Le eventuali opere di ripristino saranno effettuate salvaguardando il manufatto e distinguendo le parti originarie da quelle ricostruite al fine di evitare la falsificazione di preziose testimonianze storiche. I materiali da utilizzare per il restauro ed il ripristino dovranno possedere accertate caratteristiche di compatibilità fisica, chimica e meccanica il più possibile simili a quelle dei materiali preesistenti; sarà, in ogni caso, da preferire l'impiego di materiali e di tecniche appartenenti alla tradizione dell'artigianato locale.
L'appaltatore provvederà ad eseguire tutte le lavorazioni incluse in questo articolo esclusivamente tramite il personale specializzato di cui all'art. "Elenco degli addetti da utilizzare per opere specialistiche".
Prima d'iniziare le lavorazioni sarà cura dell'appaltatore, ove richiesto dagli elaborati di progetto, fornire:

a) La documentazione storica archivistico-iconografica in grado di fornire i dati sulla "storia" dell'oggetto, sulle modificazioni e sugli interventi subiti. La documentazione, oltre a contribuire alla conoscenza dell'oggetto e delle sue trasformazioni fisiche e/o estetiche, sarà uno strumento indispensabile a stabilire e valutare l'estensione delle diverse operazioni a cui l'opera dovrà essere sottoposta durante l'intervento di restauro. Sarà necessario che tale documentazione venga prodotta a diretto contatto delle opere e sarà la base sulla quale, una volta acquisiti tutti i dati conoscitivi indicati negli interventi di studio preliminari si potranno prendere le decisioni definitive sull'intervento. Potrà essere richiesto di allegare alla documentazione delle schede di utili per riportare le informazioni difficilmente restituibili graficamente.

b) La documentazione fotografica da eseguire durante tutte le fasi del lavoro di restauro fino alla documentazione del risultato finale. Tale documentazione, in B/N e/o a colori, testimonierà la situazione precedente all'intervento, sarà garante delle tecniche e delle metodologie adottate e documenterà lo stato dei lavori in corso. Dovrà essere eseguita secondo le tecniche di ripresa e di stampa rispondenti alle particolari esigenze legate al campo della conservazione. Sarà compito dei restauratori indicare al fotografo il tipo di dettaglio a cui si vuole dare risalto e l'organizzazione del materiale da consegnare.

c) La documentazione grafica e tutte le informazioni occorrenti sullo stato di conservazione e sulle tecnica di esecuzione di interventi precedenti. Sarà compito dell'appaltatore la rappresentazione, su una base grafica, delle seguenti informazioni derivate dall'analisi visiva del manufatto: – rilevamento dello stato di conservazione; – rilevamento degli interventi precedenti; – rilevamento delle tecniche di esecuzione; – compilazione di schede di restauro e/o relazioni.

d) Il rilievo da eseguire nella scala idonea in base alle dimensioni dell'oggetto e/o alla definizione di dettaglio.

e) Le indagini conoscitive e diagnostiche da eseguire con modalità e finalità differenti prima, durante ed alla fine dell'intervento, si possono sintetizzare in: analisi dei materiali costitutivi e della tecnica di esecuzione, analisi dei prodotti di deterioramento, controllo degli interventi conservativi. Le analisi andranno eseguite secondo le modalità descritte negli articoli del Capo III del presente capitolato.

f) I saggi di prova per la messa a punto dell'intervento. Tramite l'esecuzione dei saggi si verificheranno sia le informazioni acquisite nel corso degli studi preliminari che le ipotesi metodologiche formulate.

Movimenti e trasporti – All'appaltatore potrà essere richiesto di rimuovere gli apparati decorativi per trasportarli presso laboratori specializzati. Questo genere di operazioni richiederà l'intervento di ditte specializzate. Al fine di operare sempre nella massima sicurezza sarà necessario ed indispensabile affidarsi all'assistenza ed al coordinamento da parte dei restauratore professionista anche nei casi in cui le movimentazioni siano eseguite da ditte specializzate. Di competenza esclusiva del restauratore sarà anche il posizionamento ed il montaggio del manufatto su supporti o su strutture di sostegno. Per supporto s'intende la base su cui il manufatto integro verrà esposto, mentre per struttura di sostegno s'intende una struttura atta a restituire equilibrio e integrità a opere frammentarie le cui parti mancanti non siano integrabili secondo la forma originale.
Rimozione di frammenti e loro catalogazione – Alcune lavorazioni relative alla rimozione di depositi incoerenti e coerenti potranno risultare necessarie e indispensabili complessivamente o singolarmente per la corretta esecuzione dell'intervento di restauro. La decisione di eseguire o meno ciascuna di esse rientra nei compiti della direzione dei lavori che terrà conto dello specifico stato di conservazione del manufatto che si sottopone a restauro. Le rimozioni dovranno consentire, oltre al raggiungimento della propria finalità intrinseca, anche una ricognizione puntuale delle zone sulle quali si ritenga necessario intervenire con operazioni finalizzate a preconsolidare e proteggere le superfici in previsione delle successive fasi di pulitura e restauro.
In quest'ottica il "ristabilimento parziale della coesione", detto anche "preconsolidamento", andrà applicato a quelle parti di materiale disgregato o polverizzato, visibili già nella fase iniziale o individuate dopo la rimozione di depositi incoerenti, che potrebbero essere compromesse con la pulitura. Tutte queste operazioni vengono definite parziali o temporanee perché limitate a garantire il requisito di solidità minimo indispensabile a consentire la pulitura senza

comprometterne l'esito. Il ripristino completo della coesione così come la stuccatura e la microstuccatura definitive saranno oggetto di fasi successive dell'intervento.
Nel corso di queste lavorazioni potrà essere richiesta anche l'applicazione e la rimozione di bendaggi protettivi; data la funzione di sostegno, la superficie da bendare eccederà sempre l'estensione del fenomeno di degrado che ne richiede l'applicazione.
Altro onere per l'appaltatore sarà costituito dall'inventario e all'archiviazione dei frammenti e degli elementi rimossi che dovranno essere conservati. La valutazione di queste opere, se non comprese nella perizia di spesa, avverrà caso per caso esaminando la tipologia, la quantità e le difficoltà tecniche di rimozione dei frammenti o degli elementi in oggetto.
Consolidamento – Le operazioni di consolidamento saranno successive o potranno alternarsi a quelle di pulitura o di rimozione degli attacchi biologici; esse consisteranno nel ristabilimento della coesione di parti disgregate o polverizzate, che vengono progressivamente portate alla luce dalla rimozione dello sporco e delle incrostazioni (croste nere, strati carbonatati, scialbature posticce, attacchi biologici,...); con l'avanzare della pulitura, potranno essere trattate anche vaste aree di materiale degradato. La riadesione nei fenomeni di scagliatura e di esfoliazione verrà eseguito in maniera puntuale mediante l'incollaggio con resine e/o mediante iniezioni di malta idraulica.
Diserbo e trattamenti biologici – La lavorazione comprenderà una serie di operazioni che andranno dalla stesura del prodotto erbicida o biocida, alla successiva rimozione dello stesso prodotto includendo la pulitura meccanica delle superfici dagli attacchi biologici o da quelli di erbe e radici infestanti devitalizzate. Le operazioni relative a queste lavorazioni potranno alternarsi a quelle di consolidamento e pulitura. Le voci prescritte richiederanno ciascuna un determinato numero di cicli di applicazione". Nel corso delle lavorazioni andrà considerato il fatto che i manufatti conservati all'aperto sia in zone urbane che extraurbane, il cui restauro preveda tempi superiori alla durata di un anno, o contempli campagne stagionali per un periodo complessivo di alcuni anni, sono più facilmente soggetti al rinnovarsi degli attacchi biologici e alla crescita di erbe e piante infestanti. Pertanto in questi casi le operazioni in oggetto potranno essere ripetute più volte nel corso dei lavori.
Lavori di pulitura – Una complessità diversa caratterizzerà i diversi tipi di pulitura che si potranno eseguire. Tale complessità varierà in funzione della natura e delle caratteristiche di spessore e solubilità dei materiali da rimuovere, dei materiali costitutivi del manufatto, del loro stato di conservazione e della loro resistenza all'azione chimico-fisica che la stessa pulizia potrà esercitare. Sulla stessa unità di superficie si potranno sovrapporre diversi metodi di pulitura, che spesso andranno ripetuti alternandosi l'uno all'altro. Tutto ciò in relazione al fatto che le sostanze inquinanti sovrapposte al materiale lapideo potranno avere sia una composizione eterogenea che un notevole spessore ed un diverso grado di resistenza da zona a zona. La pulitura avverrà in queste zone in maniera graduale, utilizzando dapprima i metodi più adatti alla solubilizzazione delle sostanze meno resistenti ed affrontando in seguito, progressivamente e in maniera specifica, le stratificazioni sottostanti, in modo da recuperare la superficie originale senza comprometterla. Nell'uso di sistemi di nebulizzazione e di atomizzazione sono inclusi gli oneri relativi alla canalizzazione delle acque di scarico ed alla protezione delle superfici circostanti tramite teli di plastica e grondaie.
Rimozione di stuccature applicate in precedenti interventi – Saranno compresi nei lavori le operazioni relative alla rimozione di stuccature eseguite con diversi materiali, e di elementi metallici fissati con diversi adesivi o malte. Rifacimenti più estesi e inserti in pietra saranno considerati compresi tra le stuccature, e come tali verranno trattati qualora gli elaborati di progetto ne prevedano la rimozione. Non è compresa fra queste opere la rimozione di inserti in pietra, di fasce, di cerchiature o di grosse staffe applicate in precedenti interventi, compresi i perni prigionieri.
Policromie – Quando l'intervento conservativo dovrà essere eseguito su parti decorate con policromie, anche se presenti solo in tracce, l'appaltatore dovrà eseguire delle analisi specifiche per il trattamento degli strati di policromia. Il criterio che guiderà le operazioni di pulitura sarà lo stesso della pulitura delle altre parti, con l'esclusione di tutte quelle tecniche che potrebbero danneggiare le decorazioni. Si potranno utilizzare soluzioni di sali inorganici con una specifica caratterizzazione in relazione alla maggiore o minore difficoltà di rimuovere lo sporco o in funzione dello spessore e della coerenza dello strato da asportare e della sua adesione alla superficie originale.

- Dipinti murali

Qualora venisse richiesto il restauro "in situ" di dipinti murali, l'appaltatore dovrà fare ricorso esclusivamente a tecnici specializzati e, salvo diverse prescrizioni, avrà cura di:
- rimuovere con ogni cautela tutti gli elementi decorativi o le sovrastrutture che, ad insindacabile giudizio della D.L. risultano estranei all'opera;
- fissare preventivamente le scaglie di colore decoese con i sistemi richiesti dagli elaborati di progetto o richiesti dalla D.L.;
- consolidare le parti distaccate con le tecniche prescritte.

I restauri andranno realizzati con materiali e tecniche che ne attestino la modernità in modo da distinguerli dagli originali; inoltre, l'appaltatore avrà l'obbligo di non realizzare alcuna ripresa decorativa o figurativa in quanto non dovrà ispirarsi ad astratti concetti di unità stilistica e tradurre in pratica le teorie sulla forma originaria del manufatto.
L'appaltatore potrà impiegare uno stile che imiti l'antico solo nel caso si debbano riprendere espressioni geometriche prive d'individualità decorativa. Se si dovessero utilizzare le "Sostanze impregnanti" previste dal presente capitolato, essi dovranno essere esclusivamente di tipo reversibile e diluiti con acqua o con il prescritto solvente in base al rapporto di diluizione richiesto dalla D.L.
Qualora gli adesivi si dovessero additivare o caricare con sostanze inerti, esse dovranno essere di tipo esclusivamente inorganico (carbonato di calcio, sabbia fine ed altri materiali simili esenti da sali e da impurità). Le malte di calce e sabbia da usare per iniezioni consolidanti, dovranno essere additivate, se prescritto, con additivi sintetici o minerali ad

azione leggermente espansiva. In ogni caso adesivi, additivi, dosi e metodologie saranno prescritti dalla D.L. in base alle analisi preliminari riportate dall'art. "Indagini preliminari ai lavori di restauro" del presente capitolato. L'appaltatore, se richiesto, provvederà a reintegrare eventuali parti mancanti mediante una stuccatura a livello con malte dalle caratteristiche tecniche il più possibile simili a quelle dell'intonaco originario. Gli interventi di integrazione o uniformazione pittorica, saranno decisi dalla D.L. che in ogni caso adotterà criteri di riconoscibilità e reversibilità. L'appaltatore, a lavori conclusi, sarà tenuto a proteggere le superfici oggetto dell'intervento.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite specifiche prove in situ e, ove possibile prelievi limitatamente distruttivi al fine di accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore.

Gli eventuali prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi e delle prove in situ verrà redatto un apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla lavorazione.

- Mosaici

Mosaici parietali – Se si dovessero eseguire lavori di restauro "in situ" su mosaici parietali, l'appaltatore dovrà provvedere all'esportazione delle sostanze estranee presenti sulle superfici secondo le modalità prescritte dal precedente art. "Generalità". Quindi, in relazione al tipo di degrado, ai risultati delle diagnosi ed alle prescrizioni di progetto dovrà:

- proteggere le parti sane con i sistemi ed i materiali prescritti
- correggere, ove possibile, con adesivi od altri sistemi di fissaggio autorizzati (tasselli e perni in fibra di vetro) i difetti di adesione tra gli strati
- distaccare, qualora fossero presenti sulla superficie di mosaico profonde fessurazioni, previa idonea velatura, il manto musivo a piccole sezioni in base all'andamento degli elementi figurativi
- ricollocare il manto musivo distaccato con malte di calce caricate con sabbia o pozzolana additivate con sostanze minerali
- stuccare i vuoti con malta a base di calce
- fornire i supporti rigidi di sostegno richiesti dalla D.L.
- rimuovere, ultimati i lavori, i materiali e le strutture di protezione.

Mosaici pavimentali – Dopo aver rimosso le sostanze estranee secondo le modalità descritte, l'appaltatore dovrà:

- collocare dei margini perimetrali in legno (altezza minima cm 30)
- proteggere e stuccare i margini con malta di calce e sabbia miscelata con alghicidi
- collocare uno strato di isolante inorganico del tipo stabilito dalla D.L.
- fissare con le modalità descritte dal precedente art. "Generalità" le parti di rivestimento distaccate
- consolidare, se richiesto, le parti degradate con i sistemi ed i materiali descritti dal precedente art. "Generalità"
- stuccare le lesioni profonde
- eseguire le velature secondo quanto indicato dal precedente art. "Generalità"
- fornire e collocare i supporti rigidi di legno
- rimuovere, a lavori ultimati, i materiali e le strutture di protezione.

Nel caso in cui gli elaborati di progetto o i risultati delle diagnosi dovessero prevedere il distacco per sezioni del rivestimento ed il successivo riallettamento, l'appaltatore, attenendosi alle modalità descritte dal precedente art. "Generalità", dovrà:

- eseguire un rilievo dettagliato dell'esistente
- pulire e rimuovere le concrezioni
- eseguire le velature
- tracciare la griglia di taglio ed i segni di riferimento
- effettuare il taglio ed il distacco delle sezioni
- collocare le parti distaccate su dei supporti
- conservare i rivestimenti in luoghi asciutti e ventilati
- rimuovere dalle tessere o mattonelle ogni residuo della malta di allettamento
- consolidare e preparare i supporti
- montare il pavimento, se richiesto, su pannelli in resina sintetica
- ricollocare i pavimenti o in pannelli con la malta prescritta.

Qualora i mosaici fossero di piccole dimensioni ed a superficie piana, il distacco potrà essere eseguito a blocco unico.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite specifiche prove in situ e, ove possibile prelievi limitatamente distruttivi al fine di accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore.

Gli eventuali prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi e delle prove in situ verrà redatto un apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla lavorazione.

- Materiali lapidei di rivestimento

I lavori di restauro di elementi lapidei di notevole valore storico artistico dovranno essere eseguiti con le metodologie ed i materiali prescritti dall'art. "Trattamenti protettivi" del presente capitolato ed attenendosi alle "Note sui Trattamenti Conservativi dei Manufatti Lapidei" elaborate dal Laboratorio Prove sui Materiali ICR Roma 1977. L'appaltatore, accertato mediante le prescritte analisi lo stato di conservazione del manufatto, dovrà variare le modalità di intervento in relazione al tipo di degrado.
Se il materiale lapideo dovesse presentare superfici microfessurate e a scaglie, queste ultime, prima dell'esecuzione della pulizia, dovranno essere fissate coni prescritti adesivi. L'appaltatore, inoltre, dovrà eseguire le velature facendo aderire la carta giapponese alle scaglie mediante resine reversibili diluite in tri-cloro-etano. Infine, consoliderà l'intera struttura dell'elemento lapideo iniettando le stesse resine meno diluite.
Se il materiale lapideo dovesse presentare superfici fessurate in profondità e ricoperte da ampie scaglie, l'appaltatore dovrà fissare le parti instabili con adeguati sistemi di ancoraggio (vincoli meccanici di facile montaggio e rimozione, strutture lignee, ecc.).
Quindi, completate le lavorazioni, dovrà consolidare l'elemento lapideo con i sistemi ed i materiali prescritti e provvedere alla rimozione delle strutture di protezione.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO
La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite specifiche prove in situ e, ove possibile prelievi limitatamente distruttivi al fine di accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore.
Gli eventuali prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi e delle prove in situ verrà redatto un apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla lavorazione.

- Conservazione di decorazioni a stucco

Prima di procedere a qualsiasi intervento di conservazione l'appaltatore dovrà effettuare una verifica preliminare dello stato di conservazione delle decorazioni (indagine visiva, chimica e petrografica). Il quadro patologico andrà restituito tramite specifica mappatura in grado di identificare soluzioni di discontinuità: distacchi, fessurazioni, lesioni, deformazioni, ecc.
Solo successivamente potrà procedere con i lavori di pulitura, consolidamento e protezione.
Ove non siano prescritte negli elaborati di progetto, saranno da evitare lavori di integrazione, di sostituzione e di rifacimento delle parti mancanti.
Pulitura – Andrà eseguita utilizzando spazzole morbide, gomme, bisturi, aspiratori di polveri, acqua distillata e spugne. In alcuni casi potrà essere impiegata la pulitura di tipo fisico per mezzo di sistemi laser. Eventuali depositi carboniosi, efflorescenze saline, croste scure andranno eliminate con impacchi a base di carbonato di ammonio e idrossido di bario. Il tutto sarà eseguito come prescritto all'art. "Metodi per la pulitura degli edifici monumentali del presente capitolato".
Consolidamento – L'appaltatore provvederà alla riparazione delle crepe e delle fessurazioni impiegando impasti a base di calci aeree o idrauliche, di malte tradizionali in grassello di calce, di inerti selezionati, di resine acriliche e, solo dietro specifica autorizzazione della D.L. di resine epossidiche bicomponenti. Gli eventuali distacchi fra le decorazioni ed il supporto potranno essere colmati tramite iniezioni impiegando le malte prescritte (leganti idraulici e inerti selezionati). In alternativa la D.L., conformemente agli elaborati di progetto, potrà chiedere di utilizzare specifici consolidanti chimici o di ricorrere a sistemi di ancoraggio utilizzando microbarre d'armatura in vetroresina, ottone filettato, titanio o altri materiali prescritti in progetto. Eventuali parti completamente distaccate dovranno essere riposizionate, solo dopo essere state consolidate con i sistemi richiesti, fissandole con le microbarre d'armatura.
Protezione – La protezione finale degli stucchi dovrà essere effettuata tramite l'applicazione di prodotti diversificati in base al tipo di degrado. Per manufatti ben conservati e non direttamente esposti ad agenti atmosferici, si potranno applicare scialbi all'acquarello o pigmenti in polvere (eventualmente utili a ridurre l'interferenza visiva nel caso di manufatti monocromi, policromi o dorati), cere microcristalline. Per gli stucchi non ben conservati e non esposti a forte umidità si potranno applicare resine acriliche in soluzione; idrorepellenti silossanici; per i manufatti esposti e facilmente aggredibili da acque meteoriche e dall'umidità prima della protezione finale si potranno effettuare scialbature con pigmenti in polvere.
Per maggiori dettagli sulle singole lavorazioni si farà riferimento ai seguenti seguenti articoli del presente capitolato: consolidamento di manufatti edili, impregnazione di manufatti edili e trattamenti protettivi, ripristino di intonaci distaccati mediante iniezioni a base di miscele leganti, ripristino di decorazioni distaccate mediante e microbarre d'armatura, stuccatura e trattamento delle lacune.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO
La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite specifiche prove in situ e, ove possibile prelievi limitatamente distruttivi al fine di accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore.
Gli eventuali prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi e delle prove in situ verrà redatto un apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla lavorazione.

- Stuccature e trattamento delle lacune

Gli impasti utilizzabili per le stuccature dovranno essere simili ai preparati da iniettare nelle zone distaccate. L'appaltatore dovrà scegliere aggregati che non contrastino eccessivamente, per colore, granulometria, con l'aspetto della malta esistente, dovrà rendere spalmabile l'impasto a spatola diminuendo la quantità di acqua o aggiungendo della silice micronizzata e dovrà evitare di usare malte di sola calce aerea e sabbia, che possono dar luogo, sulle parti limitrofe, ad aloni biancastri dovuti alla migrazione di carbonato di calcio.
L'appaltatore potrà utilizzare un impasto di grassello di calce e di polvere di marmo o di cocciopesto, opportunamente additivati. Se le fessure sono profonde si procede al riempimento dapprima con uno stucco di malta idraulica (formato da grassello di calce con aggregati grossolani di cocciopesto o pozzolana), per rifinire poi la parte superficiale con un impasto più fine. Per lesioni strutturali si potranno utilizzare, solo dietro specifica autorizzazione della D.L., miscele a base di malte epossidiche, che tuttavia possiedono un modulo elastico molto alto e presentano una scarsa resistenza all'azione dei raggi ultravioletti; non sarà consentita la loro applicazione in superficie, ma solo ed esclusivamente per stuccature profonde in qualità di adesivi strutturali.
Per le zone dove sono presenti delle lacune l'appaltatore potrà intervenire, conformemente alle prescrizioni di progetto o alle indicazioni della D.L., con le seguenti metodologie conservative.
Un sistema prevede la ricostituzione dell'omogeneità e della continuità della superficie intonacata; l'altro richiederà di mantenere la disomogeneità dell'elemento.
Nel primo caso l'appaltatore applicherà un intonaco compatibile con il materiale esistente in modo da ricostituire non tanto un'omogeneità estetica della facciata, quanto la continuità del rivestimento. Per sottolineare la discontinuità dei materiali invece applicherà i rappezzi in leggero sottosquadro, in modo da differenziarli ulterionnente e da renderli immediatamente leggibili come diversità. In questo caso sarà la muratura ad essere trattata in modo da recuperare il grado di protezione di cui è stata privata dalla caduta del rivestimento; l'appaltatore provvederà alla sigillatura dei bordi delle zone intonacate in modo da evitare infiltrazioni d'acqua e la formazione di depositi inquinanti.
Alle malte da impiegare per la realizzazione dei rappezzi sarà richiesta la compatibilità dei componenti, soprattutto per quanto riguarda il comportamento rispetto alle variazioni di temperatura, di umidità e di permeabilità all'acqua ed ai vapori.
Si potranno impiegare malte composte da grassello di calce, polveri di marmo o altri aggregati, mescolati, se richiesto a granuli di cocciopesto. A questi impasti possono essere mescolati composti idraulici o resine acriliche al fine di conferire l'idraulicità e di evitare un ritiro troppo pronunciato con conseguente comparsa di fessurazioni.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO
La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite specifiche prove in situ e, ove possibile prelievi limitatamente distruttivi al fine di accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore.
Gli eventuali prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi e delle prove in situ verrà redatto un apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla lavorazione.

- Fissaggio di decorazioni distaccate mediante microbarre d'armatura

Nell'ispezionare le decorazioni ed individuare le parti in via di distacco, l'appaltatore avrà l'obbligo di puntellare le zone che potrebbero accusare notevoli danni a causa delle sollecitazioni prodotte dai lavori di restauro. Quindi, dovrà:
- praticare delle perforazioni aventi il diametro e la profondità prescritti dagli elaborati di progetto o ordinati dalla D.L.;
- aspirare mediante una pompetta di gomma i detriti e la polvere;
- iniettare all'interno del foro una miscela di acqua/alcool in modo da pulire la sua superficie interna ed umidificare la muratura;
- applicare nel foro un batuffolo di cotone;
- provvedere alla sigillatura delle zone in cui si siano manifestate, durante la precedente iniezione, perdite di liquido;
- iniettare, se richiesto, una soluzione a base di adesivi acrilici in emulsione (prime);
- iniettare, dopo aver asportato il batuffolo di cotone, una parte della miscela idraulica in modo da riempire il 50% circa del volume del foro;
- collocare la barra d'armatura precedentemente tagliata a misura;
- iniettare la rimanente parte di miscela idraulica evitando che pericoli lungo le superfici esterne.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO
La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite specifiche prove in situ e, ove possibile prelievi limitatamente distruttivi al fine di accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore.
Gli eventuali prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi e delle prove in situ verrà redatto un apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla lavorazione.

- Ripristino di intonaci e decorazioni mediante l'utilizzo della tecnologia del vuoto

La tecnologia del vuoto potrà essere utilizzata in combinazione con le lavorazioni di cui ai precedenti articoli operando la depressione mediante l'ausilio di apposite pompe vuoto e di teli in polietilene. Le modalità operative e le sostanze da utilizzare saranno concordate con la D.L. in ottemperanza con quanto stabilito dagli artt. "Elenco degli addetti da utilizzare per opere specialistiche", "Materiali in genere" e "Sostanze impregnanti in genere". Sarà vietato, su manufatti di particolare valore storico, l'utilizzo come sigillanti in pasta di sostanze elastomeriche, dette sostanze, infatti, alla fine dei lavori possono lasciare sulla superficie del rivestimento depositi indelebili o causare, per la loro adesività, pericolose asportazioni di materiale pregiato.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite specifiche prove in situ e, ove possibile prelievi limitatamente distruttivi al fine di accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore.

Gli eventuali prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi e delle prove in situ verrà redatto un apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla lavorazione.

CAPO VI

OPERE VARIE

- Pavimenti

La posa in opera dei pavimenti di qualsiasi tipo o genere dovrà venire eseguita in modo che la superficie risulti perfettamente piana ed osservando scrupolosamente le disposizioni che, di volta in volta, saranno impartite dalla D.L. I singoli elementi dovranno combaciare esattamente tra di loro, dovranno risultare perfettamente fissati al supporto e non dovrà verificarsi nelle connessioni dei diversi elementi a contatto la benché minima ineguaglianza.
I pavimenti si addenteranno per almeno mm 15 entro l'intonaco delle pareti, che sarà tirato verticalmente sino al pavimento, evitando quindi ogni raccordo o guscio.
Nel caso in cui venga prescritto il raccordo, debbono sovrapporsi al pavimento non solo il raccordo stesso, ma anche l'intonaco per almeno 15 mm. I pavimenti dovranno essere consegnati diligentemente finiti, lavorati e senza macchie di sorta.
Resta comunque contrattualmente stabilito che per un periodo di almeno 10 gg. dopo l'ultimazione di ciascun pavimento, l'appaltatore avrà l'obbligo di impedire l'accesso di qualunque persona nei locali; e ciò anche per pavimenti costruiti da altre ditte. Ad ogni modo, ove i pavimenti risultassero in tutto o in parte danneggiati per il passaggio abusivo di persone e per altre cause, l'appaltatore dovrà a sua cura e spese ricostruire le parti danneggiate.
L'appaltatore ha l'obbligo di presentare alla D.L. i campioni dei pavimenti che saranno prescritti.
Tuttavia la D.L. ha piena facoltà di provvedere al materiale di pavimentazione. L'appaltatore, se richiesto, ha l'obbligo di provvedere alla posa in opera al prezzo indicato nell'elenco ed eseguire il sottofondo giusto le disposizioni che saranno impartite dalla direzione stessa.
Per quanto concerne gli interventi da eseguire su manufatti di particolare valore storico-artistico, l'appaltatore dovrà evitare l'inserimento di nuovi elementi; se non potesse fare a meno d'impiegarli per aggiunte o parziali sostituzioni, essi saranno realizzati con materiali e tecniche che ne attestino la modernità in modo da distinguerli dagli originali; inoltre, egli avrà l'obbligo di non realizzare alcuna ripresa decorativa o figurativa in quanto non dovrà ispirarsi ad astratti concetti di unità stilistica e tradurre in praticale teorie sulla forma originaria del manufatto.
L'appaltatore potrà impiegare uno stile che imiti l'antico solo nel caso si debbano riprendere espressioni geometriche prive d'individualità decorativa. Se si dovessero ricomporre sovrastrutture ornamentali andate in frammenti, l'appaltatore avrà l'obbligo di non integrare o ricomporle con inserimenti che potrebbero alterare l'originaria tecnica artistica figurativa; egli, quindi, non dovrà assolutamente fornire una ricostruzione analoga all'originale.
a) Sottofondi – Il piano destinato alla posa dei pavimenti, di qualsiasi tipo esse siano, dovrà opportunamente spianato mediante un sottofondo, in guisa che la superficie di posa risulti regolare e parallela a quella del pavimento da eseguire alla profondità necessaria.
Il sottofondo potrà essere costituito, secondo gli ordini della D.L., da un massetto di calcestruzzo idraulico o cementizio o da un gretonato, di spessore non minore di cm 4 in via normale, che dovrà essere gettato in opera a tempo debito per essere lasciato stagionare per almeno 10 giorni. Prima della posa del pavimento le lesioni eventualmente manifestatesi nel sottofondo saranno riempite e stuccate con un beverone di calce o cemento, e quindi vi si stenderà, se prescritto, lo spianato di calce idraulica (camicia di calce) dello spessore da cm 1,5 a 2. Nel caso che si richiedesse un massetto di notevole leggerezza la D.L. potrà prescrivere che sia eseguito in calcestruzzo di pomice. Quando i pavimenti dovessero poggiare sopra materie comunque compressibili il massetto dovrà essere costituito da uno strato di conglomerato di congruo spessore, da gettare sopra un piano ben costipato e fortemente battuto, in maniera da evitare qualsiasi successivo cedimento.
b) Pavimenti di laterizio – Il pavimento in laterizi sia con mattoni di piatto che di costa, sia con pianelle, sarà formato distendendo sopra il massetto uno strato di malta grassa crivellata (art. "Malte qualità e composizione") sul quale i laterizi si disporranno a filari paralleli, a spina di pesce, in diagonale, ecc., comprimendoli affinché la malta rifluisca nei giunti. Le connessure devono essere allineate e stuccare con cemento e la loro larghezza non deve superare mm 3 per i mattoni e le pianelle non arrotate, e mm 2 per quelli arrotati.
c) Pavimenti in mattonelle di cemento con o senza graniglia – Tali pavimenti saranno posati sopra letto di malta cementizia normale (art. "Malte e conglomerati"), disteso sopra il massetto; le mattonelle saranno premute finché la malta rifluisca dalle connessure. Le connessure debbono essere stuccate con cemento e la loro larghezza non deve superare mm 1. Avvenuta la presa della malta i pavimenti saranno arrotati con pietra pomice ed acqua o con mole di carborundum o arenaria, a seconda del tipo, e quelli in graniglia saranno spalmati in un secondo tempo con una mano di cera, se richiesta.
d) Pavimenti in mattonelle greificate – Sul massetto in calcestruzzo di cemento, si distenderà uno strato di malta cementizia magra (art. "Malte e conglomerati") dello spessore di cm 2, che dovrà essere ben battuto e costipato. Quando il sottofondo avrà preso consistenza, si poseranno su di esso a secco le mattonelle a seconda del disegno o delle istruzioni che verranno impartite dalla direzione. Le mattonelle saranno quindi rimosse e ricollocate in opera con malta liquida di puro cemento, saranno premute in modo che la malta riempia e sbocchi dalle connessure e verranno stuccate di nuovo con malta liquida di puro cemento distesavi sopra. Infine la superficie sarà pulita e tirata a lucido con segatura

bagnata e quindi cera. Le mattonelle greificate, prima del loro impiego, dovranno essere bagnate a rifiuto per immersione.

e) Pavimenti in mattonelle di ceramica – Sul massetto in calcestruzzo di cemento, si distenderà uno strato di malta cementizia magra (art. "Malte e conglomerati") dello spessore di cm 2, che dovrà essere ben battuto e costipato. Quando il sottofondo avrà preso consistenza, si poseranno su di esso a secco le mattonelle a seconda del disegno o delle istruzioni che verranno impartite dalla direzione. Le mattonelle saranno quindi rimosse e ricollocate in opera con malta liquida di puro cemento, saranno premute in modo che la malta riempia e sbocchi dalle connessure e verranno stuccate di nuovo con malta liquida di puro cemento distesavi sopra. Infine la superficie sarà pulita e tirata a lucido con segatura bagnata e quindi con cera. Il giunto di posa, in relazione alla natura della mattonella verrà effettuato:

- a giunto unito, accostandole a perfetto contatto ed allineandole in linee parallele;
- a giunto aperto, lasciando un piccolo spazio (5-10 mm) da stuccare con i materiali prescritti in modo tale che la griglia formata dai giunti sia il più possibile omogenea e regolare.

Le mattonelle, prima del loro impiego, dovranno essere bagnate a rifiuto per immersione.

f) Pavimenti in getto di cemento – Sul massetto in conglomerato cementizio verrà disteso uno strato di malta cementizia grassa (art. "Malte e conglomerati"), dello spessore di cm 2 ed un secondo strato di cemento assoluto dello spessore di mm 5, lisciato, rigato, o rullato secondo quanto prescriverà la D.L.

g) Pavimenti alla veneziana ed alla genovese – Sul sottofondo previamente preparato in conglomerato cementizio, sarà disteso uno strato di malta, composta, se non diversamente prescritto, da sabbia e cemento colorato misto a graniglia, nella quale verranno incorporate scaglie di marmo della granulometria prescritta ed eseguiti giunti con lamine di zinco od ottone, dello spessore di 1 mm, disposte a riquadri con lato non superiore a m 1 ed appoggiate sul sottofondo. Detto strato sarà battuto fino a rifiuto e rullato.

Per pavimenti a disegno di diverso colore, la gettata della malta colorata sarà effettuata adottando opportuni accorgimenti perchè il disegno risulti ben delimitato con contorni netti e senza soluzioni di continuità. Quando il disegno dev'essere ottenuto mediante cubetti di marmo, questi verranno disposti sul piano di posa prima di gettare la malta colorata di sui sopra. Le qualità dei colori dovranno essere adatte all'impasto, in modo da non provocarne la disgregazione; i marmi in scaglie tra mm 10 e mm 25, dovranno essere gessosi e il più possibile duri (giallo, rosso e bianco di Verona verde, nero e rosso di Levanto; bianco, venato e bardiglio di Serravezza, ecc.). I cubetti di marmo di Carrara dovranno essere pressoché perfettamente cubici, di mm 15 circa di lato, con esclusione degli smezzati; le fasce e le controfasce di contorno, proporzionate all'ampiezza dell'ambiente. L'arrotatura sarà fatta a macchina, con mole di carborundum di grana grossa e fina, sino a vedere le scaglie nettamente rifinite dal cemento, ripulite poi con mole leggere, possibilmente a mano, e ultimate con due passate di olio di lino crudo, a distanza di qualche giorno, e con ulteriore mano di cera.

h) Pavimenti a bollettonato ed alla Palladiana – Sul sottofondo si distenderà uno strato di malta cementizia normale, per lo spessore minimo di cm 1,5, sul quale verranno posti a mano pezzami di marmo colorato di varie qualità, di dimensioni e forme allo scopo e precedentemente approvati dalla D.L. Essi saranno disposti in modo da ridurre al minimo gli interspazi di cemento. Su tale strato di pezzame di marmo, verrà gettata una boiacca di cemento colorato, distribuita bene ed abbondantemente sino a rigurgito, in modo che ciascun pezzo di marmo venga circondato da tutti i lati dalla malta stessa, il pavimento sarà poi rullato. Verrà eseguita una duplice arrotatura o macchina con mole di carborundum di grana grossa e fina ed eventualmente la lucidatura a piombo.

i) Pavimenti a mosaico – Su dei cartoni sezionati in pezzi da circa 60 cm perlato (casellati e numerati) riproducenti il disegno (rovescio) si faranno aderire, con il collante prescritto (in genere farina di grano), le tesserine di mosaico ottenute da lastre di marmo (da 8 a 200 mm per lato); in seguito si disporranno i cartoni sul sottofondo (preparato con le modalità dei pavimenti a getto) con della carta in vista, accostandoli secondo la casellatura, in modo tale che, asportata la carta, si presenti il disegno al dritto. La posa verrà conclusa con la sigillatura, la pulizia e la lucidatura.

l) Pavimenti in lastre di marmo, pavimenti lapidei a disegno e pavimenti lapidei ad intarsio – Per la preparazione del sottofondo e la posa si useranno le stesse modalità stabilite per i pavimenti in mattonelle di cemento o le particolari prescrizioni contenute negli elaborati di progetto relative ad usanze locali.

m) Pavimenti in legno ("parquet") – Tali pavimenti dovranno essere eseguiti con legno, dell'essenza richiesta dagli elaborati di progetto, ben stagionato e profilato di tinta e grana uniforme. Le dogarelle delle dimensioni prescritte, unite a maschio e femmina, potranno essere, conformemente a quanto previsto negli elaborati di progetto:

- chiodate su una orditura di listelli (megatelli) della sezione prescritta con interasse non superiore a cm 35; l'orditura dei listelli sarà a sua volta affogata nel sottofondo in modo che la loro faccia superiore risulti complanare con l'estradosso; la chiodatura fisserà la scanalatura delle tavolette ove esse vengono a sovrapporsi ai megatelli;
- chiodate su travetti di abete ancorati al sottofondo con i sistemi prescritti e distanziati fra di essi con l'interasse più idoneo alla dimensione del pavimento ligneo;
- chiodate su tavolato chiodato su una sottostante orditura e costituito da tavole di abete di almeno 25 mm di spessore;
- incollate su caldana di almeno cm 3 costituita da malta cementizia tirata a frattazzo fine e perfettamente asciutta;
- incollate su di uno strato isolante a base di teli o di pannelli a loro volta fissati al sottofondo con i sistemi prescritti;
- incollate su pavimento esistente previa perfetto sgrassaggio, pulizia ed irruvidimento dello stesso;
  - sovrapposto su strato di sabbia perfettamente asciutta e livellata su cui andranno disposti dei fogli di cartonfeltro o di altro materiale;
  - sovrapposto su pavimento esistente previa disposizione di uno strato di carta.

La scelta del collante sarà orientata verso i prodotti di nota elasticità e durata. Lungo il perimetro degli ambienti dovrà collocarsi un copri filo in legno alla unione tra pavimento e pareti. La posa in opera si effettuerà solo dopo il completo

prosciugamento del sottofondo quando l'umidità relativa ambientale sarà inferiore al valore del 70% e dovrà essere eseguita a perfetta regola d'arte, senza discontinuità, gibbosità od altro. I pavimenti a parquet dovranno essere lavati e lucidati con doppia spalmatura di olio di lino cotto, cera o con gli altri sistemi prescritti dal progetto, da eseguirsi l'una a lavoro ultimato, l'altra all'epoca che sarà fissata dalla D.L.

n) Pavimenti d'asfalto – Il sottofondo dei pavimenti in asfalto sarà formato con conglomerato cementizio dosato a 250 kg ed avrà lo spessore di cm 5. Su di esso sarà colato uno strato dell'altezza di cm 4 di pasta d'asfalto, risultante dalla fusione del mastice d'asfalto naturale e bitume, mescolati a ghiaietto o graniglia nelle proporzioni di 50 parti di asfalto, quattro di bitume e 46 di ghiaietto passata tra vagli di 5 e 10 mm. La ghiaietta sarà ben lavata, assolutamente pura ed asciutta. Nella fusione i componenti saranno ben mescolati perchè l'asfalto non carbonizzi e l'impasto diventi omogeneo. L'asfalto sarà disteso a strati di cm 2 di spessore ognuno a giunti sfalsati. Sopra l'asfalto appena disteso, mentre è ben caldo, si spargerà della sabbia silicea di grana uniforme la quale verrà battuta e ben incorporata nello strato asfaltico.

o) Pavimenti in piastrelle resilienti. Posa in opera – Speciale cura si dovrà adottare per la preparazione dei sottofondi, che potranno essere costituiti da impasti a base di cemento e sabbia, di gesso e sabbia o di specifici collanti consigliati dal produttore. La superficie superiore del sottofondo dovrà essere perfettamente piana e liscia, togliendo gli eventuali difetti con stuccatura a gesso. L'applicazione dovrà essere fatta su sottofondo perfettamente asciutto; nel caso in cui per ragioni di assoluta urgenza non si possa attendere il perfetto prosciugamento del sottofondo, esso sarà protetto con vernici speciali. Quando la piastrella resiliente debba essere applicata sopra a vecchi pavimenti, si dovranno anzitutto fissare gli elementi del vecchio pavimento che non siano fermi, indi si applicherà su di esso uno strato di gesso dello spessore dai 2 ai 4 mm

Applicazione – L'applicazione dovrà essere fatta da operai specializzati, con mastice di resina o con altre colle speciali. Il pavimento dovrà essere incollato su tutta la superficie e non dovrà presentare rigonfiamenti od altri difetti di sorta. La pulitura dovrà essere fatta con segatura (esclusa quella di castagno), inumidita con acqua dolce leggermente saponata, che verrà passata e ripassata sul pavimento fino ad ottenere la pulitura. Dovrà poi il pavimento essere asciugato passandovi sopra segatura asciutta e pulita, e quindi strofinato con stracci imbevuti con olio di lino cotto e, ove richiesto, con appositi mezzi meccanici.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite specifiche prove in situ e, ove possibile prelievi limitatamente distruttivi al fine di accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore.

Gli eventuali prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi e delle prove in situ verrà redatto un apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla lavorazione.

- Rivestimento di pareti

I rivestimenti in materiale di qualsiasi genere dovranno essere eseguiti a perfetta regola d'arte, con il materiale prescelto dall'amministrazione appaltante, e conformemente ai campioni che verranno volta a volta eseguiti, a richiesta della D.L. Particolare cura dovrà porsi nella posizione in sito degli elementi, in modo che questi a lavoro ultimato risultino perfettamente aderenti al retrostante intonaco. Pertanto, materiali porosi prima del loro impiego dovranno essere immersi nell'acqua fino a saturazione, e dopo avere abbondantemente innaffiato l'intonaco delle pareti, alle quali deve applicarsi il rivestimento, saranno allettati con malta cementizia normale, nella quantità necessaria e sufficiente.

Gli elementi del rivestimento dovranno perfettamente combaciare fra loro e le linee dei giunti, debitamente stuccate con cemento bianco o diversamente colorato, dovranno risultare, a lavoro ultimato, perfettamente allineate. I rivestimenti dovranno essere completati con tutti gli eventuali gusci di raccordo ai pavimenti ed agli spigoli, con eventuali listelli, cornici, ecc. A lavoro ultimato i rivestimenti dovranno essere convenientemente lavati e puliti. L'applicazione del linoleum alle pareti sarà fatto nello stesso modo che per i pavimenti, avendo, anche per questo caso, cura di assicurarsi che la parete sia ben asciutta.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite specifiche prove in situ e, ove possibile prelievi limitatamente distruttivi al fine di accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore.

Gli eventuali prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi e delle prove in situ verrà redatto un apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla lavorazione.

- Opere in marmo, pietre naturali ed artificiali

Le opere in marmo, pietre naturali od artificiali dovranno in generale corrispondere esattamente alle forme e dimensioni risultanti dai disegni di progetto ed essere lavorate a seconda delle prescrizioni generali del presente capitolato o di quelle particolari impartite dalla D.L. all'atto dell'esecuzione. Tutti i materiali dovranno avere le caratteristiche esteriori (grana, coloritura e venatura) e quelle essenziali della specie prescelta, come indicato all'art. "Materiali naturali di cava". Prima di cominciare i lavori, qualora non si sia provveduto in merito avanti l'appalto da parte dell'amministrazione appaltante, l'appaltante dovrà preparare a sue spese i campioni dei vari marmi o pietre e delle loro

lavorazioni, e sottoporli all'approvazione della D.L., alla quale spetterà in maniera esclusiva di giudicare se essi corrispondono alle prescrizioni. Detti campioni, debitamente contrassegnati, resteranno depositati negli Uffici della direzione, quali termini di confronto e di riferimento.
Per quanto ha riferimento con le dimensioni di ogni opera nelle sue parti componenti, la D.L. ha la facoltà di prescrivere le misure dei vari elementi di un'opera qualsiasi (rivestimenti, copertina, cornice, pavimento, colonna, ecc.), la formazione e disposizione dei vari conci e lo spessore delle lastre, come pure di precisare gli spartiti, la posizione dei giunti, la suddivisione dei prezzi, l'andamento della venatura, ecc., secondo i particolari disegni costruttivi che la stessa D.L. potrà fornire all'appaltatore all'atto dell'esecuzione, e quest'ultimo avrà l'obbligo di uniformarsi a tali norme, come ad ogni altra disposizione circa la formazione di moda nature, scorniciature, gocciolatoi, ecc.
Per le opere di una certa importanza, la D.L. potrà prima che esse vengano iniziate, ordinare all'appaltatore la costruzione di modelli in gesso, anche in scala al vero, il loro collocamento in sito, nonché l'esecuzione di tutte le modifiche necessarie, il tutto a spese dell'appaltatore stesso, sino ad ottenerne l'approvazione, prima di procedere all'esecuzione della particolare fornitura. Per tutte le opere infine è fatto obbligo all'appaltatore di rilevare e controllare, a propria cura e spese, la corrispondenza delle varie ordinate dalla D.L. alle strutture rustiche esistenti, e di segnalare tempestivamente a quest'ultima ogni divergenza od ostacolo, restando esso appaltatore in caso contrario unico responsabile della perfetta rispondenza dei pezzi all'atto della posa in opera.
Esso avrà pure l'obbligo di apportare alle stesse, in corso di lavoro, tutte quelle modifiche che potessero essere richieste dalla D.L.
a) Marmi – Le opere in marmo dovranno avere quella perfetta lavorazione che è richiesto dall'opera stessa, congiunzioni senza risalti e piani perfetti. Salvo contraria disposizione, i marmi dovranno essere di norma lavorati in tutte le facce viste a pelle liscia, arrotate e pomiciate. I marmi colorati dovranno presentare in tutti i pezzi le precise tinte e venature caratteristiche della specie prescelta. Potranno essere richiesti, quando la loro venatura si presti, con la superficie vista a spartito geometrico, a macchia aperta a libro o comunque giocata.
b) Pietra da taglio – La pietra da taglio da impiegare nelle costruzioni dovrà presentare la forma e le dimensioni di progetto, ed essere lavorata, secondo le prescrizioni che verranno impartite dalla direzione all'atto dell'esecuzione, nei seguenti modi:
1) a grana grossa
2) a grana ordinaria
3) a grana mezza fina
4) a grana fina.
Per pietra da taglio a grana grossa, s'intenderà quella lavorata semplicemente con la grossa punta senza fare uso della martellina per lavorare le facce viste, né dello scalpello per ricavarne gli spigoli netti. Verrà considerata come pietra da taglio a grana ordinaria quella le cui facce viste saranno lavorate con la martellina a denti larghi. La pietra da taglio s'intenderà lavorata a grana mezza fina e a grana fina, se le facce predette saranno lavorate con la martellina a denti mezzani e, rispettivamente, a denti finissimi. In tutte le lavorazioni, esclusa quella a grana grossa, le facce esterne di ciascun concio della pietra da taglio dovranno avere gli spigoli vivi e ben cesellati per modo che le connessure fra concio non eccedano la larghezza di mm 5 per la pietra a grana ordinaria e di mm 3 per le altre. Qualunque sia il genere di lavorazione delle facce viste, i letti di posa e le facce di combaciamento dovranno essere ridotti a perfetto piano e lavorate a grana fina. Non saranno tollerate né smussature agli spigoli, né cavità nelle facce, né stuccature in mastice o rattoppi. La pietra da taglio che presentasse tali difetti verrà rifiutata e l'appaltatore sarà obbligato di sostituirla immediatamente, anche se le scheggiature od ammanchi si verificassero dopo il momento della posa in opera, e ciò fino al collaudo.
c) Pietre artificiali – La pietra artificiale, ad imitazione della naturale, sarà costituita da conglomerato cementizio, formato con cementi adatti, sabbia silicea, ghiaietto scelto sottile lavato, e graniglia della stessa pietra naturale che s'intende imitare. Il conglomerato così formato sarà gettato entro apposite casseforme, costipandolo poi mediante battitura a mano o pressione meccanica. Il nucleo sarà dosato con non meno di q.li 3,5 di cemento Portland per ogni mc. di impasto e non meno di q.li 4 quando si tratti di elementi sottili, capitelli, targhe e simili. Le superfici in vista, che dovranno essere gettate contemporaneamente al nucleo interno, saranno costituite, per uno spessore non inferiore a cm 2, da impasto più ricco formato con cemento bianco, graniglia di marmo, terre colorate e polvere della pietra naturale che si deve imitare. Le stesse superfici saranno lavorate all'utensile, dopo perfetto indurimento, in modo da presentare struttura identica, per l'apparenza della grana, tinta e lavorazione, alla pietra naturale imitata, inoltre la parte superficiale sarà gettata con dimensioni esuberanti rispetto a quelle definite, in modo che queste ultime possano poi ricavarsi asportando materia a mezzo di utensili da scalpellino, essendo vietate in modo assoluto le stuccature, le tassellature ed in generale le aggiunte del materiale.
I getti saranno opportunamente armati con tondini di ferro e lo schema dell'armatura dovrà essere preventivamente approvato dalla D.L. Per la posa in opera dei getti sopra descritti valgono le stesse prescrizioni indicate per i marmi in genere. La dosatura e la stagionatura degli elementi di pietra artificiale devono essere tali che il conglomerato soddisfi alle seguenti condizioni:
1 – inalterabilità agli agenti atmosferici
2 – resistenza alla rottura per schiacciamento superiore a kg 300 per cmq dopo 28 giorni
3 – le sostanze coloranti adoperate nella miscela non dovranno agire chimicamente sui cementi sia con azione immediata, che con azione lenta e differita; non conterranno quindi acidi, né anilina, né gesso; non daranno aumento di volume durante la presa né successiva sfioritura e saranno resistenti alla luce.
La pietra artificiale, da gettare sul posto come paramento di ossature grezze, sarà formato da rinzaffo ed arricciatura in malta cementizia, e successivo strato di malta di cemento, con colori e graniglia della stessa pietra naturale da imitare.

Quando tale strato debba essere sagomato per formazione di cornici, oltre che a soddisfare tutti i requisiti sopra indicati, dovrà essere confezionato ed armato nel modo più idoneo per raggiungere la perfetta adesione alle murature sottostanti, che saranno state in precedenza debitamente preparate, rese nette e lavate abbondantemente dopo profonde incisioni dei giunti con apposito ferro. Le facce viste saranno poi ottenute in modo perfettamente identico a quello della pietra preparata fuori d'opera, nel senso che saranno ugualmente ricavate dallo strato esterno a graniglia, mediante i soli utensili si scalpellino o marmista, vietandosi in modo assoluto ogni opera di stuccatura, riporti, ecc.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite specifiche prove in situ e, ove possibile prelievi limitatamente distruttivi al fine di accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore.

Gli eventuali prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi e delle prove in situ verrà redatto un apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla lavorazione.

- Restauro dei pavimenti e dei rivestimenti - Generalità

Per realizzare interventi di consolidamento, risanamento e protezione degli appalti decorativi, l'appaltatore dovrà impiegare personale altamente specializzato e ricorrere, se richiesto, a consulenti tecnici. La D.L., prima dell'inizio dei lavori, potrà chiedere l'elenco del personale tecnico per sottoporlo all'approvazione degli organi preposti alla tutela del bene in oggetto. Prima di procedere al consolidamento di qualsiasi tipo di rivestimento, l'appaltatore dovrà rimuovere le sostanze inquinanti (efflorescenze saline, concrezioni, crescite microrganiche, erbe, arbusti, terriccio, ecc.) usando materiali, modalità, attrezzi e tempi d'applicazione che, su specifica indicazione della D.L. e secondo quanto prescritto dall'art. "Pulizia dei materiali lapidei" del presente capitolato, si diversificheranno in relazione al tipo di manufatto, al suo stato di conservazione, alla natura della sostanza inquinante ed ai risultati delle analisi di laboratorio.

Il fissaggio ed il consolidamento degli strati superficiali che hanno subito una perdita di coesione dovranno essere eseguiti applicando sostanze adesive aventi le caratteristiche richieste dagli art. "Impregnanti con effetto consolidante" del presente capitolato mediante pennelli, nebulizzatori, iniettori, sistemi a vuoto o altre moderne tecnologie purché esse siano previste dagli elaborati di progetto ed approvate dagli organi preposti alla tutela del bene in oggetto. Le lesioni profonde, salvo diverse disposizioni, andranno stuccate preferibilmente con malte a base di calce.

L'appaltatore farà aderire alle parti di rivestimento da risanare uno strato in velatino di cotone mediante un adesivo di tipo reversibile diluito con l'apposito solvente.

La velatura di superfici di particolare pregio, modanate o figurate, sarà eseguita con carta giapponese. La velatura potrà essere rimossa con i prescritti solventi solo quando la D.L. lo riterrà opportuno. Durante e dopo l'intervento, l'appaltatore dovrà adottare le seguenti precauzioni al fine di evitare eventuali azioni corrosive e disgregatrici esercitate da agenti biodeteriogeni:

- aggiungere alla miscela composta da adesivi sintetici o da malte, i prescritti biocidi (fungicidi, alghicidi, ecc.) nelle quantità consigliate dai produttori o stabilite dalla D.L.;
- trattare preventivamente i velatini di cotone con i prescritti biocidi;
- disinfestare, dopo aver rimosso le protezioni, le superfici dei rivestimenti.

Se le superfici, oggetto dell'intervento di recupero, dovessero venire protette con l'uso di supporti rigidi, l'appaltatore dovrà applicarvi sopra, in base alle modalità di progetto e alle direttive della D.L., un antiadesivo, uno strato ammortizzante o un pannello in legno eventualmente armato e sagomato.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite specifiche prove in situ e, ove possibile prelievi limitatamente distruttivi al fine di accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore.

Gli eventuali prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi e delle prove in situ verrà redatto un apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla lavorazione.

- Sistemazione di lastre lapidee di rivestimento

Il sistema di messa in sicurezza dei rivestimenti lapidei dipende da diversi fattori dovuti a cause intrinseche (degrado delle staffe o del materiale in corrispondenza delle stesse), da cause indotte da precedenti manutenzioni eseguite in maniera poco corretta o da errori di progettazione e di posa in opera. L'appaltatore sarà tenuto ad eseguire l'attenta analisi del sistema costruttivo per rilevare le cause che hanno contribuito a creare o ad aggravare la situazione patologica in atto; sarà quindi tenuto ad eseguire, dietro indicazione della D.L., una serie di saggi diagnostici al fine di conoscere in maniera esaustiva lo stato di conservazione del manufatto, la natura dei materiali che lo costituiscono, la loro consistenza fisico-materica e le tecniche di posa e di ancoraggio, le patologie in atto, le lesioni esistenti, le eventuali cause indirette di degrado.

Solo dopo avere acquisito queste informazioni potrà procedere all'intervento che dovrà fornire le seguenti prestazioni:

- gli elementi metallici di supporto devono essere di tipo inossidabile;
- le resine da utilizzare per l'adesione degli elementi metallici al supporto dovranno possedere caratteristiche adeguate all'uso;

– le guarnizioni o le sigillature da eseguire nei giunti dovranno possedere doti di indeformabilità ed elasticità che si mantengano inalterate nel tempo.

Le dimensioni degli ancoraggi andranno concordate con la D.L. in base ai materiali impiegati ed ai carichi applicati, carichi non sempre relativi al solo peso delle lastre, ma anche alla eventuale malta di allettamento retrostante.

L'appaltatore dovrà seguire i seguenti accorgimenti:

– ogni lastra si dovrà sostenersi da sola senza gravare sulle lastre sottostanti che, ai livelli inferiori, verrebbero a trovarsi gravate da un peso non sostenibile;
– considerare adeguati coefficienti di sicurezza tenendo conto dell'effetto combinato della depressione causata dal vento, dell'attività sismica, delle vibrazioni indotte dal traffico e da eventuali altri fattori locali;
– calibrare in modo adeguato il numero degli ancoraggi realizzando tasselli di dimensioni sufficientemente contenute e contemporaneamente applicando alla struttura il minor numero possibile di vincoli. Il nuovo sistema di ancoraggio non dovrà, quindi, impedire i movimenti naturali delle lastre e dovrà anche essere dotato di guarnizioni o sigillature.
– collocare e serrare i tasselli nei tempi e nei valori di carico previsti;
– l'eventuale iniezione di resine dovrà essere effettuata con l'impiego di idonee attrezzature che garantiscano una corretta applicazione e distribuzione del materiale.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite specifiche prove in situ e, ove possibile prelievi limitatamente distruttivi al fine di accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore.

Gli eventuali prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi e delle prove in situ verrà redatto un apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla lavorazione.

- Intonaci

Gli intonaci in genere dovranno essere eseguiti in stagione opportuna, dopo avere rimossa dai giunti delle murature, la malta aderente, ripulita e abbondantemente bagnata la superficie della parete stessa. Gli intonaci, di qualunque specie siano (lisci, a superficie rustica, a bugne, per cornici e quanto altro), non dovranno mai presentare peli, crepature, irregolarità negli allineamenti e negli spigoli, od altri difetti. Quelli comunque difettosi o che non presentassero la necessaria aderenza alle murature, dovranno essere demoliti e rifatti dall'appaltatore a sue spese.

La calce da usarsi negli intonaci dovrà essere estinta da almeno tre mesi per evitare scoppiettii, sfioriture e screpolature, verificandosi le quali sarà a carico dell'appaltatore il fare tutte le riparazioni occorrenti. Ad opera finita l'intonaco dovrà avere uno spessore non inferiore ai mm 15. Gli spigoli sporgenti o rientranti verranno eseguiti ad angolo vivo oppure con opportuno arrotondamento a seconda degli ordini che in proposito darà la D.L. Particolarmente per ciascun tipo d'intonaco si prescrive quanto appresso.

a) Intonaco grezzo o arricciatura – Predisporre le fasce verticali, sotto regola di guida, in numero sufficiente, verrà applicato alle murature un primo strato di malta (con la composizione prescritta) detto rinzaffo, gettato con forza in modo che possa penetrare nei giunti e riempirli. Dopo che questo strato sarà alquanto asciutto, si applicherà su di esso un secondo strato della medesima malta che si stenderà con la cazzuola stuccando ogni fessura e togliendo ogni asprezza, sicché le pareti riescano per quanto possibile regolari.

b) Intonaco comune o civile – Appena l'intonaco grezzo avrà perso consistenza, si stenderà su di esso un terzo strato di malta fina, che si conguaglierà con le fasce di guida per modo che l'intera superficie risulti piana ed uniforme, senza ondeggiamenti e disposta a perfetto piano verticale o secondo le superfici degli intradossi.

*c) Intonaci colorat*i – Per gli intonaci delle facciate esterne, potrà essere ordinato che alla malta da adoperarsi sopra l'intonaco grezzo siano mischiati i colori che verranno indicati per ciascuna parte delle facciate stesse. Per dette facciate potranno venire ordinati anche i graffiti, che si otterranno aggiungendo ad uno strato d'intonaco colorato, come sopra descritto, un secondo strato pure colorato ad altro colore, che poi verrà raschiato, secondo opportuni disegni, fino a far apparire il precedente. Il secondo strato di intonaco colorato dovrà avere lo spessore di almeno mm 2.

d) Intonaco a stucco – Sull'intonaco grezzo sarà sovrapposto uno strato alto almeno mm 4 di malta per stucchi della composizione prescritta, che verrà spianata con piccolo regolo e governata con la cazzuola così da avere pareti perfettamente piane nelle quali non sarà tollerata la minima imperfezione. Ove lo stucco debba colorarsi, nella malta verranno stemperati i colori prescelti dalla D.L.

e) Intonaco a stucco lucido – Verrà preparato con lo stesso procedimento dello stucco semplice; l'abbozzo deve essere con più diligenza apparecchiato, di uniforme grossezza e privo affatto di fenditure. Spianato lo stucco, prima che esso sia asciutto si bagna con acqua in cui sia sciolto del sapone di Genova e quindi si comprime e si tira a lucido con ferri caldi, evitando qualsiasi macchia, la quale sarà sempre da attribuire a cattiva esecuzione del lavoro. Terminata l'operazione si bagna lo stucco con la medesima soluzione saponacea, lisciandolo con pannolino.

f) Intonaco di cemento liscio – L'intonaco a cemento sarà fatto nella stessa guisa di quello di cui sopra alla lettera a) impiegando per rinzaffo la malta cementizia normale di cui all'art. "Malte e conglomerati" e per gli strati successivi quella di cui allo stesso articolo, lettera l). L'ultimo strato dovrà essere tirato liscio col ferro e potrà essere ordinato anche colorato.

g) Rivestimento in cemento o marmiglia martellinata – Questo rivestimento sarà formato in conglomerato di cemento nel quale sarà sostituito al pietrisco la marmiglia delle qualità, delle dimensioni e del colore che saranno indicati. La

superficie in vista sarà lavorata a bugne, a fasce, a riquadri, ecc. secondo i disegni e quindi martellinata, ad eccezione di quegli spigoli che la D.L. ordinasse di formare lisci o lavorati a scalpello piatto.
h) Rabboccature – Le rabboccature che occorressero su muri vecchi o comunque non eseguiti con la faccia vista in malta o sui muri a secco, saranno formate con la malta prescritta. Prima dell'applicazione della malta, le connessure saranno diligentemente ripulite, fino a conveniente profondità, lavate con acqua abbondante e profilate con apposito ferro.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO
La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite specifiche prove in situ e, ove possibile prelievi limitatamente distruttivi al fine di accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore.
Gli eventuali prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi e delle prove in situ verrà redatto un apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla lavorazione.

- Decorazioni

Nelle facciate esterne, nei pilastri e nelle pareti interne, saranno formati i cornicioni, le cornici, le lesene, gli archi, le fasce, gli aggetti, le riquadrature, i bassifondi, ecc., in conformità dei particolari che saranno forniti dalla D.L., nonché fatte le decorazioni, anche policrome, che pure saranno indicate, sia con colore a tinta, sia a graffito. L'ossatura dei cornicioni, delle cornici e delle fasce sarà formata, sempre in costruzione, con più ordini di pietre o di mattoni e anche in conglomerati semplice od armato, secondo lo sporto e l'altezza che le conviene.
Per i cornicioni di grande sporto saranno adottati i materiali speciali che prescriverà la D.L., oppure sarà provveduto alla formazione di apposite lastre in cemento armato con o senza mensole. Tutti i cornicioni saranno contrappesati opportunamente e, ove occorre, ancorati alle murature inferiori. Per le pilastrate o mostre di porte e finestre, quando non sia diversamente disposto dalla D.L., l'ossatura dovrà sempre venire eseguita contemporaneamente alla costruzione.
Predisposti i pezzi dell'ossatura nelle stabilite proporzioni e sferrate in modo da presentare l'insieme del proposto profilo, si riveste tale ossatura con un grosso strato di malta, e si aggiusta alla meglio con la cazzuola. Prosciugato questo primo strato di abbozza la cornice con un calibro o sagoma di legno, appositamente preparato, ove sia tagliato il contro profilo della cornice, che si farà scorrere sulla bozza con la guida di un regolo di legno. L'abbozzo come avanti predisposto, sarà poi rivestito con apposita malta di stucco da tirarsi e lisciarsi convenientemente.
Quando nella costruzione delle murature non siano state predisposte le ossature per lesene, cornici, fasce, ecc., e queste debbano quindi applicarsi completamente in aggetto, o quando siano troppo limitate rispetto alla decorazione, o quando infine possa temersi che la parte di rifinitura delle decorazioni, per eccessiva sporgenza o per deficiente aderenza all'ossatura predisposta, col tempo possa staccarsi, si curerà di ottenere il maggiore e più solido collegamento della decorazione sporgente alle pareti od alle ossature mediante infissione in esse di adatti chiodi, collegati tra loro con filo di ferro del diametro di mm 1, attorcigliato ad essi e formante maglia di cm 10 circa di lato.
Decorazioni in cemento – Le decorazioni in cemento delle porte e delle finestre e quelle delle parti ornate dalle cornici, davanzali, pannelli, ecc. verranno eseguite in conformità dei particolari architettonici forniti dalla D.L. Le parti più sporgenti dal piano della facciata ed i davanzali saranno formati con speciali pezzi prefabbricati di conglomerato cementizio dosato a kg 400 (art. "Malte e calcestruzzi") gettato in apposite forme all'uopo predisposte a cura e spese dell'appaltatore, e saranno opportunamente ancorati alle murature. Quando tali pezzi siano a faccia liscia, verranno lavorati con le norme di cui all'art. "Paramenti per murature in pietrame"; il resto della decorazione, meno sporgente, sarà fatta in posto, con ossatura di cotto o di conglomerato cementizio, la quale verrà in seguito tirata in sagome e lisciata con malta di cemento, per le decorazioni in genere, siano queste da eseguirsi a stucco, in cemento od in pietra, l'appaltatore è tenuto ad approntare il relativo modello in gesso al naturale, a richiesta della D.L.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO
La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite specifiche prove in situ e, ove possibile prelievi limitatamente distruttivi al fine di accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore.
Gli eventuali prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi e delle prove in situ verrà redatto un apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla lavorazione.

- Restauro di intonaci e di decorazioni - Generalità

I lavori di restauro degli intonaci e delle decorazioni saranno sempre finalizzati alla conservazione dell'esistente; l'appaltatore dovrà, quindi, evitare demolizioni e dismissioni tranne quando espressamente ordinato dalla D.L. ove essi risultino irreversibilmente alterati e degradati. Le eventuali opere di ripristino saranno effettuate salvaguardando il manufatto e distinguendo le parti originarie da quelle ricostruite al fine di evitare la falsificazione di preziose testimonianze storiche. I materiali da utilizzare per il restauro ed il ripristino dovranno possedere accertate caratteristiche di compatibilità fisica, chimica e meccanica il più possibile simili a quelle dei materiali preesistenti; sarà, in ogni caso, da preferire l'impiego di materiali e tecniche appartenenti alla tradizione dell'artigianato locale.

- Ripristino di intonaci distaccati mediante l'esecuzione d'iniezioni a base di miscele idrauliche

Dopo avere ispezionato le superfici ed individuato le zone interessate da distacchi, l'appaltatore dovrà eseguire le perforazioni con attrezzi ad esclusiva rotazione limitando l'intervento alle parti distaccate. Egli, altresì, iniziando la lavorazione a partire dalla quota più elevata, dovrà:
– aspirare mediante una pipetta in gomma i detriti della perforazione e le polveri depositatesi all'interno dell'intonaco;
– iniettare con una siringa una miscela acqua/alcool all'interno dell'intonaco al fine di pulire la zona distaccata e di umidificare la muratura;
– applicare all'interno del foro un batuffolo di cotone;
– iniettare, attraverso il batuffolo di cotone, una soluzione a base di adesivo acrilico in emulsione (primer) avendo cura di evitare il riflusso verso l'esterno;
– attendere che la soluzione acrilica abbia fatto presa;
– iniettare, dopo aver asportato il batuffolo di cotone, la malta idraulica prescritta operando una leggera ma prolungata pressione sulle parti distaccate ed evitando il percolamento della miscela all'esterno. Qualora la presenza di alcuni detriti dovesse ostacolare la ricollocazione nella sua posizione originaria del vecchio intonaco oppure impedire l'ingresso della miscela, l'appaltatore dovrà rimuovere l'ostruzione con iniezioni d'acqua a leggera pressione oppure mediante gli attrezzi meccanici consigliati dalla D.L.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO
La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite specifiche prove in situ e, ove possibile prelievi limitatamente distruttivi al fine di accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore.
Gli eventuali prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi e delle prove in situ verrà redatto un apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla lavorazione.

- Trattamento conservativo di pareti intonacate con malte a base di calce

In seguito alle diagnosi preventiva volte ad acquisire la conoscenza dello stato di conservazione degli intonaci, del grado di ancoraggio al supporto, della tipologia di finitura e determinate le cause dei degradi, l'appaltatore potrà procedere all'intervento che prevede operazioni preliminari di pulitura, di consolidamento e di protezione.
La pulitura verrà calibrata rispetto al grado di conservazione del paramento, degli agenti patogeni che andranno selettivamente eliminati e del tipo di finitura pittorica presente.
Andrà effettuata un'accurata pulitura con spazzole di nylon, di saggina, di setole naturali al fine di togliere tracce di sporco e residui facilmente asportabili anche delle precedenti pitture ormai in fase di distacco. Nel caso fossero presenti depositi di microrganismi si dovrà procedere irrorando la superficie con adatti biocidi come prescritto all'art. 153 del presente capitolato. Ove previsto, l'appaltatore dovrà eseguire una pulitura meccanica e localizzata utilizzando piccoli attrezzi (spatole, scalpelli, vibroincisori) al fine di eliminare stuccature incoerenti, depositi consistenti e strati d'intonaco in fase di distacco. Dovrà anche, previa campionatura di prova, procedere alla successiva pulitura generalizzata impiegando, ove richiesto, una microsabbiatura a bassa pressione; il tipo di abrasivo, il diametro dell'ugello e la pressione d'esercizio saranno quelli determinati dalla D.L. Per la rimozione delle macchie e dei depositi più consistenti potrà ricorrere, ove richiesto, all'utilizzo di impacchi con polpa di cellulosa, seppiolite, carbonato d'ammonio ed acqua distillata.
Consolidamento – In base allo stato di conservazione del rivestimento, l'appaltatore potrà eseguire un intervento di consolidamento tramite l'applicazione ad airless della sostanza consolidante prevista negli elaborati di progetto (da eseguire esclusivamente su superfici perfettamente asciutte). La quantità di prodotto da impiegare sarà quella consigliata dal produttore o stabilita dalla D.L. in relazione a quanto previsto in progetto ed alle risultanze dei test applicativi da eseguire su superfici campione.
Le eventuali stuccature o bordature dovranno essere eseguite con malte di calce esenti da sali solubili, polveri di marmo e sabbie vagliate. L'arriccio sarà eseguito utilizzando piccole spatole ed evitando con cura di interessare all'intervento le superfici non interessate. La finitura si effettuerà con grassello di calce e di sabbie con le granulometrie richieste, cocciopesto, ecc.
Protezione – Trascorsi 20 giorni dal precedente trattamento consolidante, l'appaltatore dovrà applicare il prodotto idrorepellente richiesto; l'applicazione dovrà essere eseguita in giornate non piovose, con temperature esterne comprese fra i valori dai 15 ai 25°C, su superficie non irradiata dai raggi solari. I protettivi dovranno essere applicati sino a rifiuto. Nel caso in cui si volesse applicare una leggera mano di colore all'intera superficie, prima del trattamento finale con l'idrorepellente, l'appaltatore dovrà eseguire la tinteggiatura con velature di tinte a calce. La tinta da impiegare andrà selezionata in base ai colori esistenti con i quali andrà ad integrarsi; dovrà essere esente da leganti acrilici o vinilici. La coloritura dovrà essere realizzata tramite utilizzo di un vaglio di grassello di calce e di terre naturali. Al fine di dare una maggiore luminosità e trasparenza alla tinta, si dovrà effettuere una prima stesura di bianco di calce.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO
La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite specifiche prove in situ e, ove possibile prelievi limitatamente distruttivi al fine di accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore.
Gli eventuali prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi e delle prove in situ verrà redatto un apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla lavorazione.

- Opere da carpentiere

Tutti i legnami da impiegarsi in opere permanenti da carpentiere (grossa armatura di tetto, travature per solai, impalcati, ecc.), devono essere lavorati con la massima cura e precisione, secondo ogni buona regola d'arte ed in conformità alle prescrizioni date dalla D.L. Tutte le giunzioni dei legnami debbono avere al forma e le dimensioni prescritte, ed essere nette e precise in modo da ottenere un perfetto combaciamento dei pezzi che devono essere uniti. Non è tollerato alcun taglio in falso, né zeppe o cunei, né qualsiasi altro mezzo di guarnitura o ripieno.
Qualora venga ordinato dalla D.L. nelle facce di giunzione verranno interposte dalle lamine di piombo o di zinco, od anche del cartone catramato, le diverse parti dei componenti un'opera in legname devono essere fra loro collegate solidamente mediante caviglie, chiodi, squadre, staffe di ferro, fasciature di reggia od altro, in conformità alle prescrizioni che saranno date.
Dovendosi impiegare chiodi per collegamento dei legnami, è espressamente vietato farne l'applicazione senza apparecchiarne prima il conveniente foro col succhiello.
I legnami prima della loro posizione in opera e prima dell'esecuzione della spalmatura di catrame o della coloritura, se ordinata, debbono essere congiunti in prova nei cantieri, per essere esaminati ed accertati provvisoriamente dalla D.L.
Tutte le parti dei legnami che rimangono incassate nella muratura devono, prima della posa in opera, essere convenientemente spalmati di catrame vegetale o di carbolineum e tenute, almeno lateralmente e posteriormente, isolate in modo da permettere la permanenza di uno strato di aria possibilmente ricambiabile.

- Infissi e serramenti in legno

Per l'esecuzione dei serramenti od altri lavori in legno l'appaltatore dovrà servirsi di una ditta specialista e ben accetta alla D.L. Essi saranno sagomati e muniti degli accessori necessari, secondo i disegni di dettagli, i campioni e le indicazioni che darà la D.L. Il legname dovrà essere perfettamente lavorato e piallato e risultare, dopo ciò, dello spessore richiesto, intendendosi che le dimensioni dei disegni e gli spessori debbono essere quelli del lavoro ultimato, né saranno tollerate eccezioni a tale riguardo.
I serramenti e gli altri manufatti saranno piallati e raspati con carta vetrata e pomice in modo da fare scomparire qualsiasi sbavatura. E' proibito inoltre assolutamente l'uso del mastice per coprire difetti naturali del legno o difetti di costruzione. Le unioni dei ritti con traversi saranno eseguite con le migliori regole dell'arte: i ritti saranno continui per tutta l'altezza del serramento, ed i traversi collegati a dente e mortisa, con caviglie di legno duro e con biette, a norma delle indicazioni che darà la D.L. I denti e gli incastri a maschi e femmina dovranno attraversare dall'una all'altra parte i pezzi in cui verranno calettati, e le linguette avranno comunemente la grossezza di 1/3 del legno e saranno incollate.
Nei serramenti ed altri lavori a specchiatura, i pannelli saranno uniti ai telai ed ai traversi intermedi mediante scanalature nei telai e linguette nella specchiatura, con sufficiente riduzione dello spessore per non indebolire soverchiamente il telaio. Fra le estremità della linguetta ed il fondo della scanalatura si deve lasciare un gioco per consentire i movimenti del legno della specchiatura. Nelle fodere, dei serramenti e dei rivestimenti, a superficie liscia o perlinata, le tavole di legno saranno connesse, a richiesta della D.L., o adente e canale ed incollatura, oppure a canale da apposita animella o linguetta di legno duro incollata a tutta lunghezza.
Le battute delle porte senza telaio verranno eseguite e risega, tanto contro la mazzetta quanto fra le imposte. Le unioni delle parti delle opere in legno e dei serramenti verranno fatte con viti; i chiodi o le punte di Parigi saranno consentiti solo quando sia espressamente indicato dalla D.L.
Tutti gli accessori, ferri ed apparecchi a chiusura, di sostegno, di manovra, ecc., dovranno essere, prima della loro applicazione, accettati dalla D.L. La loro applicazione ai vari manufatti dovrà venire eseguita a perfetto incastro, per modo da non lasciare alcuna discontinuità, quando sia possibile, mediante bulloni a viti.
Quando trattasi di serramenti da aprire e chiudere, ai telai maestri od ai muri dovranno essere sempre assicurati appositi ganci, catenelle o altro, che, mediante opportuni occhielli ai serramenti, ne fissino la posizione quando i serramenti stessi debbono restare aperti. Per ogni serratura di porta od uscio dovranno essere consegnate due chiavi.
A tutti i serramenti ed altre opere in legno, prima del loro collocamento in opera e previa accurata pulitura a raspa e carta vetrata, verrà applicata una prima mano di olio di lino cotto accuratamente spalmato in modo che il legname ne resti bene impregnato. Essi dovranno conservare il loro colore naturale e, quando la prima mano sarà bene essiccata, si procederà alla loro posa in opera e quindi alla loro pulitura con pomice e carta vetrata.
Per i serramenti e le loro parti saranno osservate le prescrizioni di cui al seguente art. "Tipo di serramenti in legno", oltre alle norme che saranno impartite dalla D.L. all'atto pratico.
Resta inoltre stabilito che quando l'ordinazione riguarda la fornitura di più serramenti, appena avuti i particolari per la costruzione di ciascun tipo, l'appaltatore dovrà allestire il campione di ogni tipo che dovrà essere approvato dalla D.L. e verrà depositato presso di essa. Detti campioni verranno posti in opera per ultimi, quando tutti gli altri serramenti saranno stati presentati ed accettati. Ciascun manufatto in legno o serramento prima dell'applicazione della mano d'olio cotto dovrà essere sottoposto all'esame ed all'accettazione provvisoria della D.L., la quale potrà rifiutare tutti quelli che fossero stati verniciati o coloriti senza tale accettazione.
L'accettazione dei serramenti e delle altre opere in legno non è definita se non dopo che siano stati posti in opera, e se, malgrado ciò, i lavori andassero poi soggetti a fenditure e screpolature, in curvature e dissesti di qualsiasi specie, prima che l'opera sia definitivamente collaudata, l'appaltatore sarà obbligato a rimediarvi, cambiando a sue spese i materiali e le operi difettose.
La posa dei serramenti dovrà essere effettuata come indicato negli elaborati di progetto e quando non precisato dovrà avvenire secondo le prescrizioni seguenti.

Le finestre saranno collocate sui propri controtelai e fissate con i mezzi previsti dal progetto e comunque in modo da evitare sollecitazioni localizzate. Il giunto tra controtelaio e telaio fisso dovrà essere eseguito con le seguenti modalità:
– assicurare tenuta all'aria ed isolamento acustico;
– gli interspazi dovranno essere sigillati con elastomeri capaci di mantenere l'elasticità nel tempo e di aderire perfettamente ai serramenti;
– il fissaggio dovrà essere in grado di resistere alle sollecitazioni che il serramento trasmette sotto l'azione del vento od i carichi dovuti all'utenza.

La posa a diretto contatto fra il serramento e la parte muraria dovrà avvenire:
– assicurandone il fissaggio con l'ausilio di elementi meccanici (zanche, tasselli a espansione);
– sigillando il perimetro esterno con malta previa l'eventuale interposizione di elementi separatori quali non tessuti, fogli, ecc.;
– curando l'immediata pulizia delle parti che possono essere dal contatto con la malta.

Le porte dovranno essere posate in opera analogamente a quanto indicato per le finestre curando in particolare le altezze di posa rispetto al livello del pavimento finito.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

Nel corso dell'esecuzione dei lavori il direttore di lavori potrà verificare se i materiali impiegati e le tecniche di posa siano quelli prescritti. In particolare verificherà la realizzazione delle sigillature tra lastre di vetro e telai e tra i telai fissi ed i controtelai; l'esecuzione dei fissaggi per le lastre non intelaiate; il rispetto delle prescrizioni di progetto e le eventuali raccomandazioni del produttore.

Alla fine dei lavori il direttore di lavori potrà eseguire verifiche sulla corretta messa in opera e sulla efficacia dei giunti, delle sigillature, ecc. L'appaltatore dovrà aggiornare e raccogliere i disegni costruttivi più significativi unitamente alle schede tecniche dei prodotti impiegati e alle prescrizioni per la successiva manutenzione.

– Serramenti in legno Restauro e manutenzione

Generalità – Dopo avere accertato gli eventuali difetti dei serramenti, l'appaltatore dovrà tenendo in considerazione le caratteristiche costruttive e le prescrizioni di progetto, migliorarne le caratteristiche prestazionali richieste dalle già citate norme UNI. Quindi, egli dovrà:
– migliorare la tenuta all'acqua mediante l'applicazione di bande impermeabili verticali ed orizzontali (guarnizioni) che separino i paramenti esterni da quelli interni;
– migliorare la tenuta delle giunzioni poste fra il telaio fisso e la muratura sigillandole mediante specifici elastomeri siliconici, poliuretanici, ecc.;
– migliorare la tenuta dei raccordi fra i serramenti ed i davanzali con i sistemi ritenuti più idonei dalla D.L.;
– rimettere in squadra le ante registrando la ferramenta, revisionando i meccanismi di chiusura e piallando le parti eccedenti;
– guarnire i serramenti mediante sigillanti elastomerici o particolari guarnizioni di tenuta prescritti dagli elaborati di progetto (a compressione, molla, attrito).

Inoltre, l'appaltatore sarà tenuto ad impiegare guarnizioni dalle dimensioni e dallo spessore adatti in modo che, dopo aver chiuso i serramenti, le loro cerniere non siano sottoposte a notevoli sollecitazioni.

Qualsiasi tipo di guarnizione dovrà essere collocata in opera in modo tale da evitare rigonfiamenti o distacchi. Le sostanze sigillanti, le guarnizioni ed i sistemi di tenuta dovranno possedere i requisiti richiesti dalla D.L. ed essere specificatamente adatte al tipo di applicazione che sarà richiesta.

Qualora i serramenti dovessero essere parzialmente reintegrati con nuove parti lignee, l'appaltatore dovrà a proprie spese provvedere al loro smontaggio, al trasporto, se necessario, presso laboratori artigiani, alla reintegrazione con parti in legno aventi le caratteristiche stabilite dall'art. "Infissi in legno norme generali" del presente capitolato, al trasporto in cantiere, alla ricollocazione ed, infine, alla loro definizione che dovrà avvenire secondo le modalità prescritte all'art. "Opere da pittore".

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

Nel corso dell'esecuzione dei lavori il direttore di lavori potrà verificare se i materiali impiegati e le tecniche di posa siano quelli prescritti. In particolare verificherà la realizzazione delle sigillature tra lastre di vetro e telai e tra i telai fissi ed i controtelai; l'esecuzione dei fissaggi per le lastre non intelaiate; il rispetto delle prescrizioni di progetto e le eventuali raccomandazioni del produttore.

Alla fine dei lavori direttore di lavori potrà eseguire verifiche sulla corretta messa in opera e sulla efficacia dei giunti, delle sigillature, ecc. L'appaltatore dovrà aggiornare e raccogliere i disegni costruttivi più significativi unitamente alle schede tecniche dei prodotti impiegati e alle prescrizioni per la successiva manutenzione.

– Opere in ferro – Norme generali e particolari

Nei lavori in ferro, questo deve essere lavorato diligentemente con maestria, regolarità di forme e precisione di dimensioni, secondo i disegni che fornirà la D.L., con particolare attenzione nelle saldature e bolliture. I fori saranno tutti eseguiti col trapano, le chiodature, ribaditure, ecc. dovranno essere perfette senza sbavature; i tagli essere rifiniti a lima. Saranno rigorosamente rifiutati tutti quei pezzi che presentino imperfezione od inizio di imperfezione. Ogni pezzo od opera completa in ferro dovrà essere rifinita a piè d'opera colorita a minio. Per ogni opera in ferro, a richiesta della D.L., l'appaltatore dovrà presentare il relativo modello, per la preventiva approvazione. L'appaltatore sarà in ogni caso

obbligato a controllare gli ordinativi ed a rilevare su posto le misure esatte delle diverse opere in ferro, essendo egli responsabile degli inconvenienti che potessero verificarsi per l'omissione ditale controllo. In particolare si prescrive:
a) inferriate, cancellate, cancelli, ecc. – Saranno costruiti a perfetta regola d'arte, secondo i tipi che verranno indicati all'atto esecutivo. Essi dovranno presentare tutti i regoli ben dritti, spianati ed in perfetta composizione. I tagli delle connessure per i ferri incrociati mezzo a mezzo dovranno essere della massima precisione ed esattezza, ed il vuoto di uno dovrà esattamente corrispondere al pieno dell'altro, senza la minima ineguaglianza o discontinuità Le inferriate con regoli intrecciati ad occhio non presenteranno nei buchi, formati a fuoco, alcuna fessura. In ogni caso l'intreccio dei ferri dovrà essere dritto ed in parte dovrà essere munito di occhi, in modo che nessun elemento possa essere sfilato. I telai saranno fissati ai ferri di orditura e saranno muniti di forti grappe ed arpioni, ben chiodati ai regoli di telaio, dimensioni e posizioni che verranno indicate.
b) infissi in ferro – Gli infissi per finestre, vetrate ed altro, potranno essere richiesti con profilati in ferro-finestra o con ferri comuni profilati. In tutti e due i casi dovranno essere simili al campione che potrà richiedere o fornire la stazione appaltante. Gli infissi potranno avere parte fissa od apribile, anche a vasistas, come sarà richiesto; le chiusure saranno eseguite a recupero ad asta rigida, con corsa inversa ed avranno il fermo inferiore e superiore. Il sistema di chiusura potrà essere a leva od a manopola a seconda di come sarà richiesto. Le cerniere dovranno essere a quattro maschiettature in numero di due o tre per ciascuna partita dell'altezza non inferiore a cm 12, con ghiande terminali. Gli apparecchi di chiusura e di manovra in genere dovranno risultare ben equilibrati e non richiedere eccessivi sforzi per la chiusura. Le manopole e le cerniere, se richiesto, saranno cromate. Le ante apribili dovranno essere munite di gocciolatoio. Le ferramenta di ritegno dovranno essere proporzionate alla robustezza dell'infisso stesso. Le porte a cui sono richieste alte prestazioni meccaniche (antieffrazione), acustiche, termiche o di tenuta al fuoco, dovranno essere collocate rispetteranno le istruzioni per la posa date dal fabbricante ed accettate dalla direzione dei lavori.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO
Nel corso dell'esecuzione dei lavori il direttore di lavori potrà verificare se i materiali impiegati e le tecniche di posa siano quelli prescritti. In particolare verificherà la realizzazione delle sigillature tra lastre di vetro e telai e tra i telai fissi ed i controtelai; l'esecuzione dei fissaggi per le lastre non intelaiate; il rispetto delle prescrizioni di progetto e le eventuali raccomandazioni del produttore.
Alla fine dei lavori direttore di lavori potrà eseguire verifiche sulla corretta messa in opera e sulla efficacia dei giunti, delle sigillature, ecc. L'appaltatore dovrà aggiornare e raccogliere i disegni costruttivi più significativi unitamente alle schede tecniche dei prodotti impiegati e alle prescrizioni per la successiva manutenzione.

- Restauro degli elementi metallici - Generalità

Prima di operare qualsiasi intervento sui manufatti in metallo pregiato l'appaltatore dovrà identificare le cause del degrado, dirette o al contorno, ed effettuate ove richieste, le indagini diagnostiche ritenute utili, ad insindacabile giudizio della D.L., a determinare le tecniche di lavorazione e la morfologia del materiale (analisi metallografica, osservazione al microscopio). Successivamente si valuterà attentamente le tecniche di pulitura e di preparazione delle superfici degradate, vagliando e selezionando i prodotti più idonei. Ad insindacabile giudizio della D.L. si valuterà se sarà il caso di eseguire la completa asportazione delle ossidazione, dei vecchi protettivi o se sia preferibile procedere a leggeri lavori di pulitura e di protezione superficiale.
La pulitura radicale sarà condotta esclusivamente dove è effettivamente necessario, utilizzando prodotti e sistemi debolmente aggressivi, prediligendo sistemi ad azione lenta ed eventualmente ripetendo l'operazione più volte.
CONSERVAZIONE DEL RIVESTIMENTO
Manufatti in ferro – Intervenendo su manufatti con il rivestimento organico ancora in gran parte sufficientemente protettivo, il trattamento superficiale si effettuerà rimuovendo la ruggine in modo completo dalle parti corrose oppure togliendo solo le parti incoerenti.
Nel primo caso, a seconda dell'estensione della zona da trattare, si potrà agire mediante spazzolatura o sabbiatura. Sarà poi da riattivare lo strato di vernice già esistente tramite l'impiego di carte abrasive o con leggera sabbiatura per rimuovere lo strato esterno aggredito dagli agenti atmosferici. Nelle zone riportate al metallo bianco si applicherà un primer passivante o un primer a base di polvere di zinco in veicolo organico e con legante compatibile con il tipo di vernice già preesistente sulla struttura; quindi una o due mani intermedie. L'intervento di finitura prevede l'applicazione su tutto il manufatto di prodotto compatibile con la verniciatura preesistente e con i cicli conservativi realizzati.
Nel caso in cui si preveda un'asportazione grossolana della ruggine si eseguirà la protezione utilizzando primer convertitori o stabilizzatori di ruggine a base di soluzioni di acido fosforico o soluzioni di tannini con o senza acido fosforico. Applicati a pennello, trasformano la ruggine in composti stabili (fosfato o tannato di ferro). Bisognerà porre particolare attenzione all'applicazione di tali prodotti che devono impiegarsi nelle giuste quantità, né in eccesso (possibilità di rigonfiamento delle successive mani di vernice) né in difetto (parziale blocco del processo di ossidazione che può continuare sotto le mani di vernice). Nel caso di ridipintura si eseguirà l'applicazione di due mani di fondo utilizzando prodotti in veicolo organico e legante alchidico con pigmento a base di ossidi rossi di piombo, due mani di finitura sempre a base alchidica pigmentate con ossido di ferro micaceo per un totale di circa 200-300 micron di spessore.
In alternativa, volendo ottenere un aspetto meno omogeneo, si potrà effettuare un trattamento finale con prodotto oleofenolico, la successiva applicazione di primer acrilico poliuretanico, la stesura finale di vernice acrilica bicomponente opaca trasparente.
Manufatti zincati – La manutenzione sarà rivolta a ripristinare lo strato di vernice distaccatosi dal substrato di zinco. Andrà prevista una pulitura ad umido con spazzole o con getti di vapore con acqua calda e il 5-10% di soda caustica. In

alternativa si potrà operare una leggera sabbiatura che elimini i soli prodotti di corrosione dello zinco (ruggine bianca) ed al massimo 2-5 micron di zinco metallico.
Si applicheranno successivamente primer passivanti contenenti zinco cromato, stronzio cromato o piombo silicocromato in soluzioni al 5-10%. Seguiranno cicli di pitturazione con vernici poliviniliche o polivinilideniche, acriliche, metacriliche, epossidiche.
Nel caso di aggressione profonda che metta in luce zone di acciaio sottostante aggredite da ruggine rossa, andranno effettuate operazioni di pulitura meccanica atte ad eliminarne completamente la presenza sino al metallo bianco. Si opererà quindi zincatura localizzata mediante spruzzatura di zinco fuso oppure applicazione di primer zincante a base di polvere di zinco metallico. La pulitura generale di tutta la superficie con successiva verniciatura garantirà lunga durata al rivestimento.
Manufatti in bronzo – Andranno in prima istanza identificate le cause del degrado presente effettuando indagini diagnostiche preliminari e di verifica durante i lavori. Si eseguiranno indagini metallografiche onde individuare le tecniche di lavorazione e la morfologia del materiale, osservazioni in situ con l'impiego di microscopio per acquisire informazioni sulla morfologia patogena. Seguiranno interventi di pulitura (con acqua, meccanica, chimica, fisica), consolidamento e protezione.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO
Nel corso dell'esecuzione dei lavori il direttore di lavori potrà verificare se i materiali impiegati e le tecniche di posa siano quelli prescritti. In particolare verificherà se nel corso della realizzazione delle opere si siano verificati danni alle stesse in relazione a trattamenti non idonei. Alla fine dei lavori direttore di lavori potrà eseguire verifiche sull'efficacia dei trattamenti. L'appaltatore dovrà raccogliere le notizie più significative unitamente alle schede tecniche dei prodotti impiegati e alle prescrizioni per la successiva manutenzione.

- Metodi pulitura di elementi metallici

L'appaltatore inizierà con una prima pulitura generale effettuando lavaggi di acqua deionizzata da eseguire a pennello, con nebulizzazione, per immersione (ove possibile) ed eseguendo la spazzolatura con spazzole morbide ed utili a rimuovere eventuali depositi superficiali.
Il lavaggio dovrà essere impiegato soprattutto dopo avere eseguito puliture con agenti chimici. Seguiranno interventi di disidratazione per immersione o applicazione di solventi.
Nel caso di manufatti fortemente ossidati si dovranno effettuare operazioni atte ad eliminare completamente ogni residuo di ruggine. Sostanza igroscopica e porosa, la ruggine viene facilmente contaminata dalle sostanze corrosive (anidride solforosa, cloruri, ecc.) accelerando così fortemente il processo corrosivo in atto.
Pulizia manuale – Si potrà effettuare utilizzando spazzole, bisturi, microtrapani, piccoli attrezzi metallici, o impiegando apparecchiature a basso impatto quali vibroincisori, microaeroabrasivi a bassa pressione (utilizzando come inerti ossido di alluminio o microsfere di vetro), apparecchi ad ultrasuoni. La pulizia manuale potrà essere utilizzata da personale specializzato nei casi che altri sistemi siano giudicati dalla D.L. eccessivamente abrasivi o nelle parti non accessibili agli utensili meccanici Gli utensili necessari per eseguire la pulizia manuale saranno: spazzole metalliche, raschietti, scalpelli, martelli per la picchiettatura, tela smeriglio e carta vetrata, oppure utensili speciali sagomati in modo da poter penetrare negli interstizi da pulire.
A lavoro ultimato, la superficie dovrà essere spazzolata, spolverata a mano o soffiata con aria compressa al fine di togliere tutti i depositi di materiale staccato, quindi sgrassata.
Pulizia meccanica – Nell'eseguire la pulizia meccanica sarà necessario porre la massima cautela al fine di evitare di coinvolgere parti sane del metallo. Le apparecchiature richieste sono le spazzole metalliche rotanti e gli utensili rotanti ad impatto. Sarà escluso l'utilizzo di mole abrasive. Per la pulizia degli angoli dovranno essere utilizzate le spazzole a fasce. Andranno evitate le velocità più elevate e l'operatore dovrà mantenere la spazzola sullo stesso punto solo per il tempo necessario evitando bruciature superficiali o levigature tali da non offrire l'ancoraggio alla pittura protettiva. Potranno essere utilizzati anche utensili meccanici ad impatto, raschietti o scalpelli da montare su apparecchiature elettriche o pneumatiche; questri strumenti sono utili per asportare dalla superficie metallica strati di ruggine consistenti, scaglie o consistenti strati di pittura. L'operatore dovrà fare particolare attenzione a non causare danneggiamenti alla superficie o asportazioni di metallo sano. Sulle superfici pulite meccanicamente l'applicazione della pittura di fondo andrà eseguita nel più breve tempo possibile al fine di evitare gli effetti nocivi degli agenti atmosferici.
Sabbiatura – La sabbiatura potrà essere eseguita per via umida o a secco. Il sistema per via umida si differenzia da quello a secco per il fatto che nella polvere abrasiva viene introdotta dell'acqua o una soluzione di acqua e inibitori di corrosione. Il sistema o per via umida presenta il vantaggio di ridurre al minimo la produzione di polveri ma, la presenza dell'acqua può provocare ulteriore formazione. Si potranno realizzare quattro gradi di pulitura:
a) a metallo bianco. Completa asportazione dei prodotti di corrosione, delle tracce pitture e di tutte le impurità della superficie metallica. Con questo livello si dovrà ottenere una superficie di color grigio chiaro con aspetto uniforme e una ruvidità sufficiente a garantire la perfetta adesione dei successivi strati di pittura;
b) al metallo quasi bianco. Asportazione parziale dei di corrosione, delle tracce pitture e di tutte le impurità della superficie metallica; è ammesso che sulla superficie possano rimanere piccole chiazze di colore leggermente diverso;
c) sabbiatura grossolana. Sabbiatura limitata durante la quale vengono asportate tutte le scaglie di ruggine, mentre vengono lasciati gli strati di vecchia pittura.

Gli abrasivi utilizzabili nelle operazioni di sabbiatura saranno a base di sabbia silicea, pallini e granuli macinati di ghisa o di acciaio. Le sabbie dovranno essere esenti da argille e da polveri. Il materiale abrasivo dovrà essere sufficientemente duro per compiere la desiderata azione di pulizia.
L'appaltatore utilizzerà la pressione d'aria, il diametro dell'ugello e il tipo di abrasivo prescritti dalla D.L. in funzione del tipo di superficie metallica e dei materiali che si dovranno asportare.
Pulitura tramite trattamenti chimici – L'appaltatore eseguirà la pulitura ricorrendo a prodotti svernicianti debolmente aggressivi solo nelle zone dove risulta necessaria ed impiegherà questo sistema con le dovute. Saranno da preferire i prodotti ad azione lenta a base di solventi clorurati in solvente o a base d'acqua.
La pulitura chimica con sostanze complessanti risulta efficace quando si devono eliminare concrezioni calcaree o depositi di particellato atmosferico; quando sono da evitare puliture meccaniche; quando si deve operare con puliture selettive per la rimozione di alcuni prodotti di corrosione (carbonati di rame). Sarà sempre preceduta da piccoli campioni di prova onde valutare l'efficacia della pulitura ed i tempi di applicazione. Per l'eliminazione delle croste nere si possono applicare impacchi a base di EDTA bisodico in acqua distillata in grado di eliminare particellato ferroso e di calcio. Le croste verranno successivamente rimosse meccanicamente anche con l'impiego di bisturi. Agli impacchi seguiranno abbondanti risciaqui con acqua deionizzata.
Pulitura tramite trattamenti fisici – Tra le più recenti tecniche di pulitura si potrà impiegare quella che utilizza apparecchi laser ad impulso. Regolandone i principali parametri (potenza media, frequenza e densità d'energia) è possibile ottenere buoni risultati, rispettando inoltre la patina naturale dei manufatti ed eventuali precedenti trattamenti.
Trattamenti inibitori di corrosione – Andrà impiegato un composto chimico di tipo organico (benzotriazolo al 5% in alcool) utile a formare composti stabili sulla superficie sensibili all'ambiente acido. Alla fine della lavorazione andranno eseguiti dei trattamenti di protezione superficiale tramite applicazione a pennello di resine acriliche in soluzione, di resine acriliche e benzotriazolo o di cere microcristalline da applicare a pennello.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO
Nel corso dell'esecuzione dei lavori il direttore di lavori potrà verificare se i materiali impiegati e le tecniche di posa siano quelli prescritti. In particolare verificherà se nel corso della realizzazione delle opere si siano verificati danni alle stesse in relazione a trattamenti non idonei. Alla fine dei lavori direttore di lavori potrà eseguire verifiche sull'efficacia dei trattamenti. L'appaltatore dovrà raccogliere le notizie più significative unitamente alle schede tecniche dei prodotti impiegati e alle prescrizioni per la successiva manutenzione.

- Protezione degli elementi metallici

I sistemi protettivi da utilizzare dovranno essere scelti in relazione all'aggressività chimica dell'ambiente nel quale è posizionato il manufatto in ferro. La natura dell'aggressione potrà essere: chimica, (acidi, alcali, sali, solventi, ecc.) termica, atmosferica (umidità, pioggia, neve, raggi solari ecc.), meccanica (abrasioni, urti, vibrazioni, ecc.). Considerato che le azioni aggressive possono essere combinate tra loro, la scelta del rivestimento dovrà essere eseguita in funzione della peggiore situazione che può presentarsi. L'efficace protezione anticorrosiva dovrà prevedere le seguenti fasi:
Preparazione e condizionamento delle superfici
Come preparazione alla pittura protettiva la superficie metallica, l'appaltatore dovrà renderla idonea ad offrire le massime possibilità di ancoraggio. Dovrà quindi ripulire la superficie da quegli elementi estranei (ossidi, sali e ruggine) che pregiudicano ogni efficace sistema protettivo. I metodi ammessi per la preparazione delle superfici su cui andrà applicato il rivestimento protettivo sono i seguenti: pulizia manuale, pulizia meccanica, sabbiatura.
Per l'eliminazione di sostanze estranee e dannose come olio, grasso, sudiciume ed altre contaminazioni della superficie si potrà fare uso di solventi, emulsioni e composti detergenti.
Trattamento preliminare – Per tutti i metalli esposti agli agenti atmosferici e in ambienti saturi di umidità sarà necessario effettuare un trattamento preliminare alla successiva applicazione della mano di fondo. Questi trattamenti potranno essere dei seguenti due tipi:
a) chimico (fosfatizzazione a freddo) – Consisterà nel trattare il metallo con una miscela di acqua, acido fosforico, agenti bagnanti, olio solvente solubile in acqua; questa miscela dovrà essere diluita in acqua (rapporto 1:3);
b) wash primer – Il wash è una composizione protettiva che formerà sulla superficie metallica un complesso costituito da una pellicola inorganica e/o organica derivante da una serie di reazioni tra i componenti essenziali del wash primer (acido fosforico, pigmenti da cromati inorganici, resina polivinilbutirralica). Sarà ammesso l'uso di wash primer di tipo reattivo o di tipo non reattivo. Il tipo di wash primer da utilizzare dovrà assicurare la completa compatibilità con i successivi cicli di pittura protettiva. Il wash primer andrà applicato sulle superfici metalliche a spruzzo o a pennello. Andrà applicato in un solo strato per uno spessore compreso tra 8 e 12 micron.

Applicazione del rivestimenti protettivo – L'appaltatore dovrà assicurarsi che prima dell'applicazione la pittura sia stata accuratamente rimescolata al fine di ottenere un amalgama omogeneo. La diluizione delle pitture dovrà essere fatta con i solventi prescritti dal produttore e specifici per ciascun sistema al fine di evitare alterazioni delle caratteristiche fisico-chimiche degli stessi. La temperatura ambiente e quella delle superfici da pitturare dovrà stare nei limiti prescritti per ciascuna vernice; lo stato igrometrico dovrà essere compreso intorno ai valori si umidità relativa del 65-70% e non dovrà mai superare l'85%; in presenza di valori alti di U.R. ed in caso di piogge, l'appaltatore dovrà rimandare l'operazione in giorni con condizioni ambientali ottimali. Inoltre, dovrà assicurarsi che ogni mano di pittura raggiunga un adeguato grado di durezza e di essiccazione prima di applicare la mano successiva. Anche con tempo particolarmente favorevole, il periodo di essiccazione e/o di stagionatura non dovrà essere inferiore a quella prescritta dal produttore. L'applicazione potrà essere eseguita con i seguenti sistemi.

1) Applicazione a pennello – Salvo casi particolari, la prima mano dovrà essere data a pennello, per ottenere una buona penetrazione della pittura. I pennelli dovranno essere di ottima marca, fabbricati con setole vulcanizzate o sintetiche, dovranno essere ben imbevuti di pittura; le pennellate saranno date con pennello inclinato a 45 gradi rispetto alla superficie e i vari strati di pittura saranno applicati incrociati (ognuno in senso normale rispetto al precedente). Ad ogni interruzione del lavoro, i pennelli dovranno essere accuratamente puliti con apposito diluente.
2) Applicazione a spruzzo – Per ottenere una buon livello di verniciatura a spruzzo sarà necessario in primo luogo regolare e mettere a punto l'afflusso dell'aria e della pittura alla pistola, in modo da raggiungere una corretta nebulizzazione della pittura stessa. In tal senso sarà necessaria una giusta scelta della corona per l'aria e dell'ugello spruzzatore. Inoltre bisognerà predisporre un corretto rapporto aria/vernice. Durante i lavori l'ugello della pistola dovrà essere tenuto costantemente ad una distanza di circa cm 20-25 dalla superficie e lo spruzzo dovrà rimare costantemente perpendicolare alla superficie da verniciare. L'attrezzatura dovrà essere costituita da: una pistola a spruzzo, tubi flessibili per il trasporto dell'aria e delle vernici, serbatoio di alimentazione dell'aria compressa, compressore, riduttore della pressione, filtri capaci di mantenere la pressione costante e di asportarne l'umidità, le sostanze grasse e le altre impurità.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO
Nel corso dell'esecuzione dei lavori il direttore di lavori potrà verificare se i materiali impiegati e le tecniche di posa siano quelli prescritti. In particolare verificherà se nel corso della realizzazione delle opere si siano verificati danni alle stesse in relazione a trattamenti non idonei. Alla fine dei lavori il direttore di lavori potrà eseguire verifiche sull'efficacia dei trattamenti. L'appaltatore dovrà raccogliere le notizie più significative unitamente alle schede tecniche dei prodotti impiegati e alle prescrizioni per la successiva manutenzione.

- Opere da vetraio

Le lastre di vetro saranno di norma chiare, del tipo indicato nell'elenco prezzi; per le lastrine si adotteranno vetri rigati o smerigliati, il tutto salvo più precise indicazioni che saranno impartite all'atto della fornitura dalla D.L. Per quanto riguarda la posa in opera le lastre di vetro verranno normalmente assicurate negli appositi incavi dei vari infissi in legno con adatte puntine e mastice da vetraio (formato con gesso e olio di lino cotto), spalmando prima uno strato sottile di mastice sui margini verso l'esterno del battente nel quale deve collocarsi la lastra. Collocata questa in opera, saranno stuccati i margini verso l'interno col mastice ad orlo inclinato a 45 gradi, ovvero si fisserà mediante regoletti di legno e viti. Potrà inoltre essere richiesta la posa delle lastre entro intelaiature ad incastro, nel qual caso le lastre, che verranno infilate dall'apposita fessura praticata nella traversa superiore dell'infisso, dovranno essere accuratamente fissate con spessori invisibili, in modo che non vibrino.
Sugli infissi in ferro le lastre di vetro potranno essere montate o con stucco ad orlo inclinato, come sopra accennato, o mediante regoletti di metallo o di legno fissati con viti; in ogni caso si dovrà avere particolare cura nel formare un finissimo strato di stucco su tutto il perimetro della battuta dell'infisso contro cui dovrà appoggiarsi poi il vetro, e nel ristuccare accuratamente dall'esterno tale strato con altro stucco, in modo da impedire in maniera sicura il passaggio verso l'interno dell'acqua piovana battente a forza contro il vetro e far sì che il vetro riposi fra due strati di stucco (uno verso l'esterno e l'altro verso l'interno).
Potrà essere richiesta infine la fornitura di vetro isolante e diffusore (tipo "termolux" o simile), formato da due lastre di vetro chiaro dello spessore di mm 2 racchiudenti uno strato uniforme (dello spessore da mm 1 a 3) di feltro di fili o fibre di vetro trasparente, convenientemente disposti rispetto alla direzione dei raggi luminosi, racchiuso e protetto da ogni contatto con l'aria esterna mediante un bordo perimetrale di chiusura, largo da mm 10 a 15 costituito da uno speciale composto adesivo resistente all'umidità.
Lo stucco da vetraio dovrà essere sempre protetto con una verniciatura a base di minio ed olio di lino cotto; quello per la posa del "termolux" sarà del tipo speciale adatto.
Il collocamento in opera delle lastre di vetro, cristallo, ecc. potrà essere richiesto a qualunque altezza ed in qualsiasi posizione, e dovrà essere completato da una perfetta pulitura delle due facce delle lastre stesse, che dovranno risultare perfettamente lucidi e trasparenti. L'impresa ha l'obbligo di controllare gli ordinativi dei vari tipi, di vetri passatigli dalla D.L., rilevandone le esatte misure ed i quantitativi, e di segnalare a quest'ultima le eventuali discordanze, restando a suo completo carico gli inconvenienti di qualsiasi genere che potessero derivare dall'omissione di tale tempestivo controllo. Essa ha anche l'obbligo della posa in opera di ogni specie di vetri o cristalli, anche se forniti da altre ditte, ai prezzi di tariffa. Ogni rottura di vetri o cristalli, avvenuta prima della presa in consegna da parte della D.L., sarà a carico dell'impresa.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO
Nel corso dell'esecuzione dei lavori il direttore di lavori potrà verificare se i materiali impiegati e le tecniche di posa siano quelli prescritti. L'appaltatore dovrà raccogliere le notizie più significative unitamente alle schede tecniche dei prodotti impiegati e alle prescrizioni per la successiva manutenzione.

- Opere da stagnaio, in genere

I manufatti in latta, in lamiera di ferro nera o zincata, in ghisa, in zinco, in rame, in piombo, in ottone, in alluminio o in altri metalli, dovranno essere delle dimensioni e forme richieste, nonché, lavorati a regola d'arte, con la maggiore precisione. Detti lavori saranno dati in opera, salvo contraria precisazione contenuta nella tariffa dei prezzi, completi di ogni accessorio necessario alla loro perfetta funzionalità, come raccordi di attacco, coperchi, viti di spurgo di ottone o bronzo, pezzi speciali e sostegni di ogni genere (braccetti, grappe, ecc.). Saranno inoltre verniciati con una mano di

catrame liquido, ovvero di minio di piombo ed olio di lino cotto, od anche due mani di vernice comune, a seconda delle disposizioni della D.L. Le giunzioni dei pezzi saranno fatte mediante chiodature, ribattiture, o saldature, secondo quanto prescritto dalla D.L. ed in conformità ai campioni, che dovranno essere presentati per l'approvazione. L'impresa ha l'obbligo di presentare, a richiesta della D.L., i progetti delle varie opere, tubazioni, reti di distribuzione, di raccolta, ecc., completi dei relativi calcoli, disegni e relazioni, di apportarvi le modifiche che saranno richieste e di ottenere l'approvazione da parte della direzione stessa prima dell'inizio delle opere stesse.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

Nel corso dell'esecuzione dei lavori il direttore di lavori potrà verificare se i materiali impiegati e le tecniche di posa siano quelli prescritti. L'appaltatore dovrà raccogliere le notizie più significative unitamente alle schede tecniche dei prodotti impiegati e alle prescrizioni per la successiva manutenzione.

- *Tubazioni e canali di gronda*

a) Tubazioni in genere – Le tubazioni in genere del tipo e dimensioni prescritte, dovranno avere le caratteristiche di cui all'art. "Tubazioni", eseguire il minimo percorso compatibile col buon funzionamento di esse e con le necessità dell'estetica; dovranno evitare, per quanto possibile, gomiti, bruschi risvolti, giunti e cambiamenti di sezione ed essere collocate in modo da non ingombrare e da essere facilmente ispezionabili, specie in corrispondenza a giunti, sifoni, ecc. Inoltre quelle di scarico dovranno permettere il rapido e completo smaltimento delle materie, senza dar luogo ad ostruzioni, formazioni di depositi ed altri inconvenienti.
Le condutture interrate all'esterno dell'edificio dovranno ricorrere ad una profondità di almeno metri 1 sotto il piano stradale; quelle orizzontali nell'interno dell'edificio dovranno per quanto possibile, mantenersi distaccate, sia dai muri che dal fondo delle incassature, di 5 cm almeno (evitando di situarle sotto i pavimenti e nei soffitti), ed infine quelle verticali (colonne) anch'esse lungo le pareti, disponendole entro apposite incassature praticate nelle murature, di ampiezza sufficiente per eseguire le giunzioni, ecc., e fissandole con adatti sostegni.
Quando le tubazioni siano soggette a pressione, anche per breve tempo, dovranno essere sottoposte ad una pressione di prova eguale da 1,5 a 2 volte la pressione di esercizio, a secondo delle disposizioni della D.L.
Circa la tenuta, tanto le tubazioni a pressione che quelle a pelo libero dovranno essere provate prima della loro messa in funzione, a cura e spese dell'impresa, e nel caso che si manifestassero delle perdite, anche di lieve entità dovranno essere riparate e rese stagne a tutte spese di quest'ultima. Così pure sarà a carico dell'impresa la riparazione di qualsiasi perdita od altro difetto che si manifestasse nelle varie tubazioni, pluviali, docce, ecc., anche dopo la loro entrata in esercizio e sino al momento del collaudo, compresa ogni opera di ripristino.
b) Fissaggio delle tubazioni – Tutte le condutture non interrate dovranno essere fissate e sostenute con convenienti staffe, cravatte, mensole, grappe o simili, in numero tale da garantire il loro perfetto ancoraggio alle strutture di sostegno. Tali sostegni, eseguiti di norma in ferro o ghisa malleabile, dovranno essere in due pezzi, snodati a cerniera o con fissaggio a vite, in modo da permettere la rapida rimozione del tubo, ed essere posti a distanze non superiori a ml 1.
Le condutture interrate poggeranno, a seconda delle disposizioni della D.L., o su baggioli isolati in muratura di mattoni, o su letto costituito da un massetto in calcestruzzo, di gretonato, pietrisco, ecc., che dovrà avere forma tale da ricevere perfettamente la parte inferiore del tubo per almeno 60°; in ogni caso detti sostegni dovranno avere dimensioni tali da garantire il mantenimento delle tubazioni nella esatta posizione stabilita. Nel caso in cui i tubi poggino su sostegni isolati, il rinterro dovrà essere curato in modo particolare.
c) Tubazioni in ghisa – Le giunzioni nei tubi di ghisa saranno eseguite concorda di canapa catramata e piombo colato e calafato.
d) Tubazioni di piombo – I tubi di piombo dovranno essere di prima fusione. Saranno lavorati a mezzo di sfere di legno duro, in modo che il loro spessore e diametro risultino costanti anche nelle curve e le saldature a stagno, accuratamente lavorate col sego di lardo ed il percalle, abbiano forma a oliva (lavorazione all'inglese).
e) Tubazioni in lamiera di ferro zincato – Saranno eseguite con lamiera di ferro zincato di peso non inferiore a kg 4, 5 al mq, con l'unione "ad aggraffatura" lungo la generatrice e giunzioni a libera dilatazione (sovrapposizione di cm 5).
f) Tubazioni in ferro – Saranno del tipo "saldato" o "trattato" (Mannesmann), a seconda del tipo ed importanza della conduttura, con giunti a vite e manicotto, rese stagne con guarnizioni di canapa e mastice di manganese. I pezzi speciali dovranno essere in ghisa malleabile di ottima fabbricazione. A richiesta della D.L. le tubazioni in ferro (elementi ordinari e pezzi speciali) dovranno essere provviste di zincature; i tubi di ferro zincato non dovranno essere lavorati a caldo per evitare la volatilizzazione dello zinco; in ogni caso la protezione dovrà essere ripristinata, sia pure con stagnatura, la dove essa sia venuta meno.
g) Tubazioni in rame – Saranno eseguite utilizzando laminati di rame Cu-DHP conformemente alla **UNI 5649** (parte 1) ed alla **UNI 3310**. I pluviali verranno realizzati con laminati in rame semi crudo da mm 0, 6 arrotolati, aggraffati e, se richiesto, brasati o elettrosaldati. I canali di gronda verranno realizzati con lastre o nastri semi crudi dello spessore descritto (da 0,5 a 0,8 mm); per grondaie di esecuzione complessa verrà utilizzato esclusivamente rame ricotto con spessore da 0,7 a 0,8 mm Le giunzioni verranno realizzate mediante semplice sovrapposizione o per aggraffatura piatta; la tenuta verrà assicurata da una corretta brasatura.
h) Tubazioni in grès – Le giunzioni, saranno eseguite con corda di canapa imbevuta di litargirio e compressa a mazzuolo; esse saranno poi stuccate con mastice di bitume o catrame.
i) Tubazioni in ardesia artificiale – Le giunzioni dovranno essere costituite da una guarnizione formata di anelli di gomma, ovvero calafata di canapa catramata e successiva colatura di boiacca semifluida di agglomerante cementizio, completata da una stuccatura di malta plastica dello stesso agglomerante, estesa sino all'orlo del manicotto. Nel caso di

condotti di fumo si dovrà invece colare nei giunti malta fluida di terra refrattaria e calce, in luogo della boiacca di agglomerante.

l) Tubazioni di cemento – Le giunzioni saranno eseguite distendendo sull'orlo del tubo in opera della pasta di cemento puro, innestando quindi il tubo successivo e sigillandolo poi tutto all'ingiro, con malta di cemento, in modo da formare un anello di guarnizione.

m) Tubazioni in PVC per linee verticali – Le giunzioni possono essere a bicchiere con anello di gomma o ad incollaggio. Esse sono staffate ad opportune distanze con cravatte che consentono il supporto e nello stesso tempo lo scorrimento delle condotte:

1) giunzione con anello di gomma: la guarnizione deve essere di materiale elastomerico e posta in una apposita sede ricavata nel bicchiere stesso. Tale guarnizione dovrà assicurare la perfetta tenuta idraulica come prescritto nelle norme **UNI 7448/75**;
2) guarnizioni ad incollaggio: per tale operazione bisogna provvedere ad una accurata pulizia delle parti da congiungere assicurandosi che esse siano integre, e quindi spalmare sia l'interno del bicchiere che l'esterno del cordolo con apposito collante. Siccome la giunzione ad incollaggio crea un sistema rigido bisogna provvedere all'inserimento di un giunto di dilatazione ad opportune distanze; in particolare nei fabbricati civili e per scarichi caldi o promiscui uno ogni tre metri. Per altre condizioni seguire le norme **UNI 7448/75**.

n) Tubazioni di PVC per linee interrate – Nei casi in cui il terreno originario sia di natura aspra o ciottolosa si dovrà provvedere a disporre un piano di posa sabbioso ed inoltre ricoprire la tubazione con lo stesso materiale sino ad altezza di cm 15 al di sopra della generatrice superiore del tubo. Al fine di assicurare, nel modo migliore, un sistema di tipo flessibile, le tubazioni dovranno essere dotate di giunto con anello di gomma inserito nel bicchiere facente parte integrante del tubo stesso.

o) Tubazioni in polietilene per linee interrate – Le giunzioni possono avvenire per polidiffusione o per mezzo di manicotti di materiale plastico o metallico. Per la posa in opera in terreni ciottolosi, aspri e tali da non garantire una omogenea e continua aderenza con il tubo, bisognerà formare un letto sabbioso di posa ed inoltre ricoprire la tubazione con lo stesso materiale sino ad una altezza di 15 cm al di sopra della generatrice del tubo stesso.

p) Canali di gronda – Potranno essere in lamiera di ferro zincato, in rame, in materiale sintetico, e dovranno essere posti in opera con le esatte pendenze che verranno descritte dalla D.L.; i canali di gronda in PVC possono essere sagomati in tondo o a sezione diversa, secondo le prescrizioni della D.L.; saranno posti in opera su apposite cicogne e dovranno essere dotati di giunti al fine di consentire l'assorbimento delle dilatazioni termiche a cui sono sottoposti.

Quelli in lamiera zincata verranno sagomati in tondo od a gola con riccio esterno, ovvero a sezione quadra o rettangolare, secondo le prescrizioni della D.L., e forniti in opera con le occorrenti unioni o risvolti per seguire la linea di gronda, i pezzi speciali di imboccatura, ecc., e con robuste cicogne in ferro per sostegno, modellati secondo quanto sarà disposto e murate o fissate all'armatura della copertura a distanze non maggiori di m 0,60. Le giunzioni dovranno essere chiodate con ribattini di rame e saldate con saldatura ad ottone a perfetta tenuta; tutte le parti metalliche dovranno essere verniciate con doppia mano di minio di piombo ed olio di lino cotto.

Le grondaie in ardesia artificiale saranno poste in opera anch'esse su apposite cicogne in ferro, verniciate come sopra e assicurate mediante legature in filo di ferro zincato, le giunzioni saranno eseguite con appositi coprigiunti chiodati e saldati con mastici speciali.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

Nel corso dell'esecuzione dei lavori il direttore di lavori potrà verificare se i materiali impiegati e le tecniche di posa siano quelli prescritti. L'appaltatore dovrà raccogliere le notizie più significative unitamente alle schede tecniche dei prodotti impiegati e alle prescrizioni per la successiva manutenzione.

- Opere da pittore - Norme generali

Qualunque tinteggiatura, coloritura o verniciatura, dovrà essere preceduta da una conveniente ed accuratissima preparazione delle superfici, e precisamente da raschiature, scrostature, eventuali riprese di spigoli e tutto quanto occorre per uguagliare le superfici medesime. Successivamente le dette superfici dovranno essere perfettamente levigate con carta vetrata e, quando trattasi di coloriture o verniciature, nuovamente stuccate, indi pomiciate e lisciate, previa imprimitura, con modalità e sistemi atti ad assicurare la perfetta riuscita del lavoro. Speciale riguardo dovrà aversi per le superfici da rivestire con vernici. Per le opere in legno, la stuccatura ed imprimitura dovrà essere fatta con mastici adatti, e la levigatura e rasatura delle superfici dovrà essere perfetta. Per le opere metalliche la preparazione delle superfici dovrà essere preceduta dalla raschiatura delle parti ossidate. Le tinteggiature, coloriture e verniciature dovranno, se richiesto, essere anche eseguite con colori diversi su una stessa parete, complete di filettature, zoccoli e quant'altro occorre per l'esecuzione dei lavori a regola d'arte. La scelta dei colori è dovuta al criterio insindacabile della D.L. e non sarà ammessa alcuna distinzione tra i colori ordinari e colori fini, dovendosi in ogni caso fornire i materiali più fini e delle migliori qualità. Le successive passate di coloriture ad olio e verniciatura dovranno essere di tonalità diverse, in modo che sia possibile, in qualunque momento, controllare il numero delle passate che sono state applicate.

In caso di contestazione, qualora l'appaltatore non sia in grado di dare la dimostrazione del numero di passate effettuate, la decisione sarà a sfavore dell'appaltatore stesso. Comunque esso ha l'obbligo, dopo l'applicazione di ogni passata e prima di procedere all'esecuzione di quella successiva, di farsi rilasciare dal personale della direzione una dichiarazione scritta.

Prima di iniziare le opere da pittore, l'impresa ha inoltre l'obbligo di eseguire, nei luoghi e con le modalità che le saranno prescritte, i campioni dei vari lavori di rifinitura, sia per la scelta delle tinte che per il genere di esecuzione, e di ripeterli eventualmente con le varianti richieste, sino ad ottenere l'approvazione della D.L. Essa dovrà infine adottare

ogni precauzione e mezzo atti ad evitare spruzzi o macchie di tinte o vernici sulle opere finite (pavimenti, rivestimenti, infissi, ecc.), restando a suo carico ogni lavoro necessario a riparare i danni eventualmente arrecati.

- Esecuzioni particolari

Le opere dovranno eseguirsi di norma combinando opportunamente le operazioni elementari e le particolari indicazioni che seguono. La D.L. avrà la facoltà di variare, a suo insindacabile giudizio, le opere elementari elencate in appresso, sopprimendone alcune od aggiungendone altre che ritenesse più particolarmente adatte al caso specifico e l'impresa dovrà uniformarsi a tali prescrizioni senza potere perciò sollevare eccezioni di sorta. Il prezzo dell'opera stessa subirà in conseguenza semplici variazioni in meno od in più, in relazione alle varianti introdotte ed alle indicazioni, della tariffa prezzi, senza che l'impresa possa accampare perciò diritto a compensi speciali di sorta.

a) Tinteggiature a calce – La tinteggiatura a calce degli intonaci interni e la relativa preparazione consisterà in:
1 – spolveratura e raschiatura delle superfici
2 – prima stuccatura a gesso e colla
3 – levigatura con carta vetrata
4 – applicazione di due mani di tinta a calce. Gli intonaci nuovi dovranno già avere ricevuto la mano preventiva di latte di calce denso (scialbatura).

b) Tinteggiatura a colla e gesso – Saranno eseguite come appresso:
1 – spolveratura e ripulitura delle superfici
2 – prima stuccatura a gesso e colla
3 – levigatura con carta vetrata
4 – spalmatura di colla temperata
5 – rasatura dell'intonaco ed ogni altra idonea preparazione
6 – applicazione di due mani di tinta a colla e gesso. Tale tinteggiatura potrà essere eseguita a mezze tinte oppure a tinte forti e con colori fini.

c) Verniciatura ad olio – Le verniciature comuni ad olio su intonaci interni saranno eseguiti come appresso:
1 – spolveratura e raschiatura delle superfici
2 – prima stuccatura a gesso e colla
3 – levigatura con carta vetrata
4 – spalmatura di colla forte
5 – applicazione di una mano preparatoria di vernice ad olio con aggiunta di acquaragia per facilitare l'assorbimento ed eventualmente di essiccativo
6 – stuccatura con stucco ad olio
7 – accurato levigatura con carta vetrata e lisciatura
8 – seconda mano di vernice ad olio con minori proporzioni di acquaragia
9 – terza mano di vernice ad olio con esclusione di diluente.
Per la verniciatura comune delle opere in legno le operazioni elementari si svolgeranno come per la verniciatura degli intonaci, con l'omissione delle operazioni n. 2 e 4; per le opere in ferro, l'operazione n. 5 sarà sostituita con una spalmatura di minio, il n. 7 sarà limitato ad un conguagliamento della superficie e si ometteranno le operazioni nn. 2, 4 e 6.

d) Verniciature a smalto comune – Saranno eseguite con appropriate preparazioni, a seconda del grado di rifinitura che la D.L. vorrà conseguire ed a seconda del materiale da ricoprire (intonaci, opere in legno, ferro, ecc.). A superficie debitamente preparata si eseguiranno le seguenti operazioni:
1 – applicazione di una mano di vernice a smalto con lieve aggiunta di acquaragia;
2 – leggera pomiciatura a panno;
3 – applicazione di una seconda mano di vernice a smalto con l'esclusione di diluente.

e) Verniciature con vernici pietrificanti e lavabili a base di bianco di titanio (tipo di "Cementite" o simili), su intonaci:
A) tipo con superficie finita liscia o a "buccia d'arancio":
1 – spolveratura, ripulitura e levigatura delle superfici con carta vetrata
2 – stuccatura a gesso e colla
3 – mano di leggera soluzione fissativa di colla in acqua
4 – applicazione di uno strato di standoli o con leggera aggiunta di biacca in pasta, il tutto diluito in acquaragia
5 – applicazione a pennello di due strati di vernice a base di bianco di titanio diluita con acquaragia e con aggiunta di olio di lino cotto in piccola percentuale; il secondo strato sarà eventualmente battuto con spazzola per ottenere la superficie a buccia d'arancio.
B) tipo "battuto" con superficie a rilievo
1/2/3 – si ripetono le operazioni sopra elencate dai nn. 1 a 3 per il tipo A, indi:
4 – applicazione a pennello di uno strato di vernice come sopra cui sarà aggiunto del bianco di Meudon in polvere nella percentuale occorrente per ottenere il grado di rilievo desiderato;
5 – battitura a breve intervallo dall'applicazione 4, eseguita con apposita spazzola, rulli di gomma, ecc.

f) Tinteggiatura al silicato di potassio – La preparazione e la tinteggiatura degli intonaci esterni con i silicati di potassio (sistemi mono e bicomponenti) dovrà essere eseguita:
– spolverando accuratamente e pulendo in modo perfetto l'intonaco
– asportando eventuali residui di precedenti tinteggiature effettuate con prodotti a base polimerica

– preparando la tinta (solo per sistemi bicomponenti) mediante una accurata miscelazione del componente in polvere (pigmento) con quello liquido (legante) osservando l'esatto rapporto consigliato dal produttore. La tinta dovrà essere preparata almeno 12 ore prima dell'applicazione in modo da consentire un migliore amalgama fra i componenti;
– stendendo una prima mano di fondo, previa esatta diluizione della tinta da effettuare esclusivamente con i diluenti forniti dal produttore.
Il rapporto di diluizione varierà in relazione allo stato di conservazione dell'intonaco, su intonaci particolarmente degradati o diffusamente microfessurati si dovrà aggiungere alla miscela tinta/diluente un fissativo minerale (di tipo chimicamente compatibile con il silicato di potassio) in un quantitativo non inferiore al 50% del volume della tinta base non diluita;
– eseguendo la stesura di una o più mani di finitura (in relazione allo stato di conservazione dell'intonaco) con la tinta non diluita.
Il numero delle mani, i rapporti di diluizione, il tipo di fissativo e le modalità di applicazione verranno pattuiti con la D.L.

g) *Pitture "a fresco"* – L'appaltatore stenderà lo strato di pittura a base di latte di calce (nel numero di mani prescritte) mista ai pigmenti minerali più idonei per ottenere la tinta desiderata (preparando la miscela o utilizzando specifici prodotti pronti all'uso), quando l'ultimo strato d'intonaco, costituito preferibilmente di calce aerea (velo), non avrà ancora terminato la presa ma risulterà sufficientemente asciutto da consentire la lavorazione a pennello o a rullo senza distacchi o sbavature. Le particolari esecuzioni tipiche della tradizioni locali saranno impartite dalla D.L. conformemente a quanto previsto negli elaborati di progetto.

h) *Graffiti o sgraffiti* – L'appaltatore mescolerà alla malta dell'ultimo strato d'intonaco della graniglia di marmo scegliendo accuratamente le tinte in relazione all'effetto che si vorrà ottenere; se prescritto, potrà anche spolverare la graniglia sull'intonaco fresco (velo) e tamponare, in seguito, con frattazzo di legno. Sulla superficie così preparata, non appena il velo sarà rassodato ma non ancora del tutto in presa, si strofinerà la superficie con un telo di juta o con spazzola di setola al fine di asportare l'eccesso di mescola calcinata e di mettere bene in vista la graniglia.
L'effetto finale dovrà essere quello di una superficie liscia e ben levigata.

i) *Velature* – Qualora si dovessero eseguire tinteggiature con effetto di velatura, l'appaltatore non potrà assolutamente ottenere questo tipo di finitura diluendo le tinte oltre i limiti consigliati dal produttore o consentiti dalla vigente normativa UNI relativa alla classe di prodotto utilizzato. La velatura dovrà essere realizzata nel seguente modo:
– tinte a calce – lo strato di imprimitura (bianco e leggermente in tinta) verrà steso nello spessore più adatto a regolarizzare l'assorbimento del prodotto in modo da diminuire il quantitativo di tinta da applicare come mano di finitura;
– tinte al silicato di potassio – la velatura si otterrà incrementando, nella mano di fondo, il quantitativo di bianco di titanio rutilo e, contemporaneamente, diminuendo il quantitativo di tinta nella mano di finitura;
– tinte polimeriche – la velatura si otterrà incrementando nella mano di fondo il quantitativo di pigmento bianco e miscelando le tinte basi coprenti della mano di finitura un appropriato quantitativo di tinta polimerica trasparente. La tinta trasparente dovrà essere costituita (pena l'immediata perdita del prodotto) dallo stesso polimero utilizzato per la produzione della tinta base.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

Nel corso dell'esecuzione dei lavori il direttore di lavori potrà verificare se i materiali impiegati e le tecniche di posa siano quelli prescritti. L'appaltatore dovrà raccogliere le notizie più significative unitamente alle schede tecniche dei prodotti impiegati e alle prescrizioni per la successiva manutenzione.

- *Tappezzeria con carta*

Le pareti sulle quali deve essere applicata la tappezzeria saranno preparate diligentemente come prescritto dal precedente art. "Norme generali" per le tinteggiature, e successivamente lavate con acqua di colla.
La tappezzeria verrà applicata con colla di farina scevra di grano e dovrà risultare perfettamente distesa ed aderente, senza asperità, con le giunzioni bene sovrapposte ed esattamente verticali, in modo che vi sia esatta corrispondenza nel disegno; sarà, inoltre, completata in alto e in basso con fasce e bordure e con filettature a tinta in corrispondenza dei vani di finestra o di porta. Se richiesto dalla D.L., le pareti saranno preventivamente ricoperte da un primo strato di carta fodera.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

Nel corso dell'esecuzione dei lavori il direttore di lavori potrà verificare se i materiali impiegati e le tecniche di posa siano quelli prescritti. L'appaltatore dovrà raccogliere le notizie più significative unitamente alle schede tecniche dei prodotti impiegati e alle prescrizioni per la successiva manutenzione.

CAPO VII

IMPIANTI

- Impianti - Generalità

Prima di dare inizio alla realizzazione di qualsiasi genere d'impianto (termico, idrico, elettrico, antincendio, ecc.) l'appaltatore dovrà valutare, in accordo con la D.LL. le corrette modalità per inserire gli impianti in edifici che ne sono sempre stati privi. Si valuterà se procedere a parziali o completi rifacimenti e se sarà opportuno procedere al ripristino d'impianti fermi da troppo tempo e non più conformi alla vigente normativa. A tal fine all'appaltatore potrà essere richiesta l'esecuzione di un rilievo dettagliato dell'edificio sul quale dovrà riportare con precisione tutti gli impianti esistenti, la loro collocazione, la loro tipologia, il tipo di distribuzione, di alimentazione ecc. Dovrà anche evidenziare nel rilievo i vani idonei a contenere i nuovi impianti (canne fumarie, cavedi, intercapedini, doppi muri, cunicoli, vespai, scarichi, pozzi, coperture, ecc.); il tutto nell'ottica di realizzare i nuovi impianti indipendenti dall'edificio esistente evitando inserimenti sottotraccia, riducendo al minimo interventi di demolizioni e disfacimenti anche parziali.
Se richiesto dagli elaborati di progetto, l'appaltatore sarà tenuto a conservare gli impianti esistenti, procedendo alle lavorazioni che consentano alla loro messa a norma o al loro potenziamento sfruttando le linee di distribuzione esistenti.
Ove previsto utilizzerà soluzioni a vista utilizzando canali, tubi e tubazioni a norma di legge, che andranno inserite in apposite canalizzazioni attrezzate o in volumi tecnici realizzati in modo indipendente rispetto all'edificio.
Nei casi in cui il progetto dell'impianto è a suo carico e non è quindi fornito dall'amministrazione, l'appaltatore dovrà sottoporre, almeno 30 giorni prima dell'esecuzione dei lavori, sia alla D.L. che agli organi preposti alla tutela, il progetto esecutivo e concorderà le diverse soluzioni ed i particolari accorgimenti.
Per gli edifici vincolati secondo le direttive della legge 1° giugno 1939, n. 1089 si dovrà sempre fare riferimento alla normativa al Regio Decreto 7 novembre 1942, n. 1564: Approvazione delle norme per l'esecuzione, il collaudo e l'esercizio degli impianti tecnici che interessano gli edifici pregevoli per arte o storia e quelli destinati a contenere biblioteche, archivi, musei, gallerie, collezioni e oggetti d'interesse culturale (G.U. n. 8 del 12 gennaio 1943).

- Impianti elettrici - Generalità

L'appaltatore è tenuto a presentare entro e non oltre i 30 giorni prima della realizzazione dell'impianto un progetto esecutivo, completo di relazione illustrativa, disegni particolareggiati e calcoli, a firma di un tecnico abilitato. Gli impianti elettrici a bassa tensione per interni o per esterni avranno origine nel punto di consegna dell'energia e comprenderanno, salvo diverse prescrizioni, le condutture elettriche con gli accessori, gli strumenti di protezione e di manovra, i circuiti fissi ed i dispositivi per l'inserimento degli apparecchi le cui caratteristiche tecniche saranno quelle prescritte dall'art. "Materiali per impianti elettrici" del presente capitolato. L'appaltatore sarà responsabile della perfetta esecuzione degli impianti secondo quanto previsto dalla legge 186 dell'1.3.1968 e dalle successive modifiche o integrazioni.
Per quanto non specificato nel presente capitolato sia le modalità di esecuzione degli impianti sia le caratteristiche dei materiali e delle apparecchiature dovranno possedere requisiti corrispondenti a quelli richiesti dalle norme CEI vigenti alla data del presente contratto.
Quando in uno stesso locale sono previsti circuiti destinati ad un diverso impiego, l'appaltatore sarà tenuto a collocarli in tubazioni separate oppure dovrà provvedere ad isolare tutti i conduttori in base alla tensione più elevata e a munire le singole cassette di morsetti aventi diaframmi fissi ed inamovibili.
Prima dell'esecuzione dei lavori l'appaltatore dovrà sottoporre all'approvazione della D.L. sia il tracciato delle tubazioni che il posizionamento delle singole apparecchiature e, se richiesto, suddividere il carico di ogni impianto in differenti circuiti adeguatamente protetti da sovraccarichi di corrente e da eventuali corto circuiti.
L'impianto dovrà essere progettato a firma di un tecnico abilitato e calibrato in relazione alla sezione dei conduttori ed al numero dei punti di presa in modo da consentire una corretta alimentazione degli apparecchi. Al fine di garantire un equilibrato dimensionamento dei circuiti le sezioni minime dei conduttori saranno le seguenti (norme CEI 315 2.2.04).
In ogni vano dovranno essere installate il numero prescritto di prese da 10 A e da 16 A.
Per quanto concerne gli impianti centralizzati, all'inizio dell'impianto o all'entrata del montante dovrà essere collocato un interruttore magnetotermico onnipolare integrato con una protezione differenziale la cui corrente nominale di taratura dovrà essere proporzionata al carico presunto dell'impianto ed alla sezione dei conduttori. Negli impianti alimentati con bassa tensione direttamente dall'ente fornitore dell'energia, il sistema di protezione dovrà essere formato da un impianto di terra centralizzato combinato ai vari dispositivi di protezione per le singole utenze.
L'appaltatore, salvo diverse disposizioni, dovrà fornire i materiali occorrenti per la realizzazione delle linee, gli strumenti di comando, le prese, le derivazioni, le protezioni, le tubazioni, i materiali accessori, le prestazioni d'opera, il trasporto dei materiali in cantiere e tutto ciò che serve alla completa realizzazione dell'impianto. La D.L. sarà autorizzata ad eseguire in corso d'opera tutti gli accertamenti che riterrà necessari per valutare l'efficienza dell'impianto e la sua rispondenza i requisiti di sicurezza richiesti dalla normativa vigente.

DISPOSIZIONI RELATIVE ALL'INSTALLAZIONE

L’appaltatore in qualsiasi tipo d’impianto (ad incasso od a vista) dovrà, sempre, collocare tutti i conduttori all’interno di appositi tubi protettivi; quindi, non potrà assolutamente annegare i cavi privi di protezione all’interno di intonaci o di murature.
Egli, inoltre, dovrà congiungere i diversi conduttori mediante appositi morsetti isolati evitando di attorcigliare i cavi o di proteggerli col solo nastro isolante. Il raggio di curvatura dei tubi non dovrà essere inferiore a 12 volte il loro diametro, mentre il diametro interno dovrà essere 1,3 volte il diametro del fascio dei conduttori. L’andamento dei tubi dovrà essere rettilineo ed ogni variazione di direzione dovrà avvenire all’interno di apposite cassette di derivazione o di pezzi speciali di facile ispezione che, se metallici, dovranno essere provvisti di adeguati collegamenti alla linea di terra. Le tubazioni protettive dovranno essere solo parzialmente inserite all’interno delle cassette.
La dimensione dei tubi ed il numero delle cassette di derivazione saranno calcolati in modo da permettere un agevole sfilamento dei singoli cavi conduttori.
L’appaltatore non potrà installare tubi protettivi all’interno di pareti di canne fumarie, di vani ascensore o a diretto contatto con impianti idrici, condotte ad alta temperatura e, in genere, vicino corpi metallici radianti calore. Se necessario, l’appaltatore dovrà, altresì, prevedere lo scarico della condensa. I comandi dei singoli circuiti e le prese di derivazione di apparecchi mobili dovranno essere inseriti nelle pareti nella posizione ed alla altezza indicate dagli elaboratori di progetto o prescritte dalla D.L.

DISPOSIZIONI PARTICOLARI RELATIVE ALLA PROTEZIONE

L’appaltatore dovrà collocare in corrispondenza del punto di consegna dell’energia un quadro generale completo di un interruttore generale (anche per il conduttore neutro) e di un altro di massima corrente idoneo ad evitare i corto circuiti (norma CEI 64-6). Il dispositivo adottato, di qualsiasi genere esso sia, dovrà essere in grado di interrompere l’erogazione di massima corrente (3000 A per l’erogazione monofase; 4500 A per la trifase). In ogni caso sarà necessario controllare che le protezioni installate siano idonee ad evitare sovratemperature pericolose nei conduttori di sezione più piccola.
Ogni impianto dovrà essere dotato di una linea di terra mediante l’utilizzo di conduttori dai requisiti rispondenti alle norme CEI 11-8 e, inoltre, munito di:
– dispersori realizzati con uno o più elementi metallici collocati in modo da consentire una loro facile ispezione
– conduttori di terra bicolore (giallo-verde) con cui verranno effettuati tutti i collegamenti alle masse metalliche
– conduttori di protezione (giallo-verde) con cui verranno collegate tutte le prese ed i punti luce
– conduttore equipotenziale principale.

I dispersori di terra saranno costituiti da elementi metallici fissati nel terreno e distribuiti lungo il perimetro esterno della costruzione. Le dimensioni trasversali minime saranno le seguenti:
– dispersori in rame: tondini o corde mm 7,5; piattine e lamiere mm 3; tubi mm 2,3 di spessore e mm 40 di raggio; profilati spessore mm 5 e dimensione mm 50.
– dispersori in ferro: gli spessori minimi sopra indicati dovranno essere aumentati del 50%.

L’appaltatore avrà l’obbligo di infiggere i dispersori in terreni umidi predisponendo un rinterro di terreno vegetale misto a carbone dello spessore di circa 20 cm; i dispersori dovranno raggiungere una profondità che sarà stabilita in funzione delle variazioni di resistività del terreno sottoposto agli sbalzi termici prodotti dal mutare delle condizioni meteorologiche. La sezione dei conduttori di terra, che dovrà essere uguale a quella dei conduttori di fase, non potrà essere inferiore a quella indicata nella tabella riportata nella norma CEI 176-2.3.03.
La resistenza dell’impianto di terra dovrà avere, in relazione alla protezione meno sensibile installata, valori inferiori a quelli dalle norme CEI.
Le prese e gli elementi dell’impianto elettrico, installati in locali contenenti vasche da bagno, docce o contenitori d’acqua, dovranno essere collocati al di fuori di una zona di rispetto estesa ml 1,25 dai bordi dell’apparecchio sanitario ed elevata ml 2,50 dalla quota del pavimento.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

Le opere potranno essere sottoposte a controlli e verifiche della D.L. sulla completezza della documentazione tecnica, ai tempi della realizzazione e sulle eventuali interferenze con altri lavori. La D.L. potrà inoltre verificare se i materiali impiegati e la loro messa in opera siano conformi a quanto stabilito dal progetto.
Al termine dei lavori l’appaltatore si farà rilasciare il rapporto di verifica dell’impianto elettrico come precisato nella “Appendice G” della Guida CEI 64-50 – conforme alla norma **UNI 9620**. La verifica attesterà che i lavori sono stati eseguito a regola d’arte. L’appaltatore dovrà fornire tutta la documentazione più significativa necessaria per la manutenzione dell’impianto.
Le verifiche dell’impianto elettrico saranno condotte secondo le indicazioni del capitolo 61 della Norma CEI 64-8 e conformemente ai seguenti articoli: 611. Esame a vista; art. 612. Prove.
In linea generale le operazioni di collaudo di un impianto elettrico potranno articolarsi nelle seguenti fasi: esame a vista, rilievi strumentali e calcoli di controllo.
Le verifiche dovranno essere eseguite anche nei casi di trasformazioni, di ampliamenti o di interventi che hanno alterato in qualche modo le caratteristiche originarie.
Le prove consisteranno in una serie di misurazioni da effettuare al fine di accertare l’efficienza dell’intero impianto. Le misure saranno eseguite tramite idonei strumenti, le prove potranno riguardare:
– la continuità dei conduttori di protezione compresi i conduttori equipotenziali principali e supplementari;
– la resistenza dell’isolamento dell’impianto elettrico
– la resistenza d’isolamento dei pavimenti e delle pareti
– la separazione dei circuiti

– la protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione
– prova di polarità
– prova di tensione applicata
– prove di funzionamento alla tensione nominale
– verifica della protezione contro gli effetti termici.

CAVI

Tutti i cavi impiegati nella realizzazione degli impianti elettrici dovranno essere rispondenti all'unificazione UNEL e alle norme costruttive stabilite dal Comitato Elettrotecnico Italiano (CEI).
In particolare, nella realizzazione degli impianti elettrici saranno impiegati i seguenti tipi di cavi:

- cavi con condutture flessibile in rame , unipolari del tipo N07V-K, non propagante l'incendio, a norma CEI 20-22, posa entro tubazioni per i circuiti di energia con tensione fino a 220/380 V e per correnti deboli, esclusi i circuiti telefonici con isolamento e guaina, dovranno essere del tipo FG50R o RG5R 0,6/1 KV (a norma CEI 20-22 II); per le colonne montanti e per tutti i circuiti posati in canala metallica o PVC.

I cavi destinati all' alimentazione dei circuiti ordinari saranno del tipo non propagante l'incendio secondo le norme CEI 20-22, a ridotta emissione dei fumi opachi o gas tossici e corrosivi, isolati in gomma di qualita' non inferiore a G5 per distribuzione primaria e isolata in PVC tipo N07V-K per le distribuzioni secondaria.
I cavi non dovranno presentare giunzioni se non a mezzo di morsetti solo all'interno delle apposite cassette di derivazione, né devono cambiare colori distintivi.
Sono vietate le saldature. I cavi di energia devono essere del tipo specificato dalla seguente tabella:

	ISOLANTE	GUAINA	TIPO
distribuzione primaria ordinaria	EPR	PVC	UNIPOLARE
distribuzione secondaria ordinaria posa in tubo per derivazione agli utilizzatori, conduttore di protezione	PVC	-	UNIPOLARE

SEZIONI MINIME

le sezioni minime dei cavi non saranno inferiori a quelle qui di seguito indicate:

- CONDUTTORE NEUTRO: stessa sezione del conduttore di fase fino alla sezione di 16 mm², per sezioni maggiori meta' della sezione del conduttore di fase con il minimo di 16 mm².
- CONDUTTORE DI PROTEZIONE: stessa sezione del conduttore attivo fino alla sezione di 16 mm², per sezioni maggiori metà della sezione del conduttore di fase con il minimo di 16 mm². Se il conduttore di protezione non fa parte dello stesso cavo e dello stesso tubo dei conduttori attivi , la sezione minima dovrà essere:
  - 2,5 mm² (rame) se protetto meccanicamente;
  - 4 mm² (rame) se non protetto meccanicamente.

  La sezione del conduttore di protezione montante o principale, avrà' una sezione non inferiore a 16 mm² (rame).
- CONDUTTORI EQUIPOTENZIALI PRINCIPALI: sezione non inferiore a 6 mm² (rame).
- CONDUTTORI EQUIPOTENZIALI SUPPLEMENTARI: connessione tra massa e massa estranea (tubazione metallica idrica, gas , riscaldamento, ecc.) con conduttore di sezione uguale alla meta' del conduttore di protezione con un minimo di 2,5 mm² (rame) e 6 mm² (rame) per gli ambienti individuati dalle norme CEI 64-4 (fasc. 1438). Dovrà sempre e comunque essere verificata la condizione di protezione prevista dalla norma CEI 64-8 nel coordinamento fra la sezione del cavo, la sua portata nelle condizioni di posa e la taratura dell' organo di protezione contro le sovracorrenti. I cavi saranno segnati in modo univoco nei morsetti di uscita e di ingresso dei quadri nei punti di derivazione all' interno delle scatole almeno ogni dieci metri nei percorsi orizzontali e in ogni piano nei montanti verticali.

- COEFFICENTI DI UTILIZZAZIONE E CONTEMPORANEITA'

Per il calcolo delle potenze elettriche , ai fini del dimensionamento delle linee e delle apparecchiature nei quadri , sono stati utilizzati i seguenti coefficienti di utilizzazione e contemporaneità.

UTENZA	P.U.	Kc
illuminazione	potenza totale	1
prese 10-16 A+T	3520 VA	0,1
prese 16 A+T interblocc.	3520 VA	0,1
prese CEE 16 A 2P+T lab.	3520 VA	0,1

prese CEE
16 A 3P+T lab. 10530 VA 0,03

La potenza finale dei singoli circuiti in uscita dai quadri e' quella risultante dalla relazione P= Pu * N * Kc dove :
P = potenza totale del circuito
Pu = potenza unitaria in VA
N = numero delle apparecchiature
Kc = coefficiente di contemporaneità

1.4 - TUBI

In tutte le parti dell'edificio classificabili come ambienti ordinari dovranno essere rispettate le seguenti prescrizioni .

- il diametro interno dei tubi risulta almeno 1,4 volte maggiore del diametro del cerchio circoscritto al fascio di cavi contenuti, con un minimo di 16 mm;
- il fattore riempimento non sarà inferiore a 0,5;
- dovrà essere sempre garantita la sfilabilità dei conduttori;
- i tubi dovranno seguire percorsi il più possibile verticali ed orizzontali e devono essere interrotti da cassette di derivazione ispezionabili; tra due cassette consecutive non dovranno esserci più di due curve a 90 gradi.

IMPIANTI SOTTOTRACCIA SOLO ALL' INTERNO DEGLI AMBIENTI

Per incassare le tubazioni nella muratura si devono eseguire apposite scanalature; le condutture incassate sotto intonaco e sotto pavimento devono essere del tipo, rispettivamente, flessibile pesante e plastico rigido pesante corrispondenti alla tabella UNEL 37121/70 e 37118/72, rispondenti inoltre al marchio italiano di qualità. Nei percorsi orizzontali si deve avere la massima cura affinché le scanalature non indeboliscano troppo le pareti .
Le tubazioni devono giungere a filo interno delle scatole o cassette di derivazione .
Per ogni tratto principale (dorsale) si deve prevedere almeno una tubazione vuota di scorta per eventuali futuri utilizzi.

PER IMPIANTI IN VISTA

Gli impianti in vista bevono essere in materiale idoneo, si deve avere cura di effettuare i collegamenti di messa a terra.
Le giunzioni tra i tubi, i raccordi e le cassette devono garantire un grado di protezione non inferiore a IP4X.
Nei locali dove è prescritto un quadro di protezione non inferiore a IP44 dovranno essere adottati particolari accorgimenti nell'esecuzione dei raccordi (filettature , giunti speciali a tenuta , siliconatura).
Nei luoghi classificati a maggior rischio in caso di incendio secondo le norme CEI 64-8, le canalizzazioni in vista saranno in materiale termoplastico resistente alla prova del filo incandescente a 850°C secondo IEC 659-2-1.

TUBI PER IMPIANTI INTERRATI

I cavi sotterranei saranno realizzati con tubazioni PVC tipo U750N per posa interrata rispondente alle norme CEI 23-39 di colore nero con nastratura gialla, avente resistenza allo schiacciamento su 20 cm a 20°C, non inferiore a 750 N (1250 N rispettivamente nelle zone carrabili).
Per la realizzazione degli impianti saranno impiegati i seguenti tipi di tubi a seconda delle prescrizioni indicate nei disegni e nelle descrizioni dei singoli impianti:

- in materiale plastico rigido di tipo leggero UNEL 37117-72 colore grigio , RAL 7035 , con contrassegno del marchio di qualità , per la distribuzione dei tratti incassati nelle pareti e nei pavimenti, nei soffitti , o dove espressamente richiesto;
- PVC plastico flessibile tipo pesante con contrassegno del marchio italiano di qualità colore grigio, RAL 7035, caratteristiche a tabella UNEL 37118-72, dove espressamente richiesto;
- isolante rigido filettato tipo FIL/TB Dieletric filetto metrico a norme CEI 64-2 fasc. 807 per impianti elettrici AD-FT.

POSA DEI CAVI E DELLE TUBAZIONI

I cavi e le tubazioni costituenti le reti di distribuzione degli impianti elettrici devono essere posti in opera e risultare montati a regola d’arte e perfettamente funzionanti.

POSA DEI CAVI

I cavi potranno essere posati in cunicolo, sospesi alle strutture del fabbricato, in canaline metalliche portacavi, in tubazioni a vista o incassate, secondo le modalità indicate dagli elaborati.
Si precisa inoltre che i cavi devono essere posati in tubi o canalette distinte per impianto di illuminazione ed alimentazioni utenze;

POSA IN CANALINE METALLICHE PORTACAVI

I cavi potranno essere posati affiancati ordinatamente a strati e, comunque , dovrà essere garantito quanto richiesto dalle norme CEI 64-9, fasc. 1020 art. 3.1.06. I cavi dovranno essere contrassegnati con targhetta in PVC, fissata con collare plastico , indicante il tipo di impianto o di servizio. La canalina dovrà normalmente essere sovradimensionata del 20% , in funzione di tutte le alimentazioni richieste ed indicate.

OSA IN TUBAZIONI A VISTA O INCASSATE

Ogni servizio e ogni impianto, anche se a pari tensione, usufruirà di una rete ,di tubazioni completamente indipendenti, e con proprie cassette di derivazione.

Il diametro interno dei tubi , mai inferiore a 16 mm sarà scelto in modo che il coefficiente di riempimento sia sempre minore di 0.5 (il fattore di riempimento è il rapporto tra la sezione complessiva del fascio di cavi e la sezione interna del tubo), il diametro sarà sempre maggiore o uguale a 1,4 volte il diametro del cerchio circoscritto dei cavi contenuti.

I tubi dovranno seguire un andamento parallelo agli assi delle strutture evitando percorsi diagonali.

Tutte le curve saranno eseguite a largo raggio; non sono ammesse le curve a raggio stretto e le derivazioni a T e in ogni caso dovrà essere garantita un agevole sfilabilità dei conduttori. Nei tratti in vista i tubi saranno fissati con appositi sostegni di materiale plastico e, in alcuni casi, metallico tramite tasselli ad espansione , con una inter-distanza massima di 250 cm.

Ogni qualvolta si debba alimentare uno o più utilizzatori sottoposto a mobilità dalla canaletta metallica o in PVC, il raccordo dovrà essere realizzato in tubazione flessibile, con anima di rinforzo interna, completo dei relativi raccordi e ghiere.

In corrispondenza dei giunti di dilatazione della costruzione dovranno essere utilizzati dei particolari accorgimenti come tubi flessibili o doppi manicotti.

E' fatto divieto di transitare con tubazioni in prossimità di condutture di fluidi ad elevata temperatura o di distribuzione del gas , e di ammararsi a tubazioni , canali o comunque altre installazioni impiantistiche meccaniche .

I tubi previsti vuoti dovranno essere comunque infilati con opportuni fili pilota in materiale non soggetto a ruggine.

In tutti i casi in cui vengono impiegati canali metallici dovrà essere garantita la continuità elettrica degli stessi, la continuità tra tubazioni e cassette metalliche, e qualora queste ultime fossero in materiale plastico, dovrà essere realizzato un collegamento tra le tubazioni e il morsetto interno di terra.

INTERRUTTORI DI MANOVRA SEZIONATORI CON E SENZA FUSIBILI

Devono avere le seguenti caratteristiche:

Rispondenza alla normativa

- CEI 17-11
- IEC 408
- NFC 61 - 130
- NFC 61 - 650

Inoltre:

- fissaggio su proprio profilato;
- tensione 380 V;
- poli 2,3,4;
- portata 20 A per l’esecuzione con fusibili, 32 - 63 - 100 A per l’esecuzione senza fusibili.

Accessori :

- coprimorsetti;
- calotte;
- scatole protette almeno IP44;
- mostrine;

Gli interruttori di questa serie devono essere componibili con tutti gli interruttori automatici magnetotermici e differenziali e complementari del modulo 17,5 mm.

INTERRUTTORI AUTOMATICI DIFFERENZIALI SENZA SGANCIATORI MAGNETOTERMICI

Sono di tipo modulare componibile a completamento della gamma degli interruttori automatici magnetotermici.

Modulo base DIN 17,5 mm, portata 25,40,63 A su profilato autobloccante DIN 35.

Modulo base DIN 25 mm , portata 25,40 A su profilato autobloccante proprio .

MANOVRA DI EMERGENZA
All’esterno dell’edificio verrà posizionato apposito pulsante di emergenza in scatola con portello staccabile con serratura di sicurezza e vetro frangibile, del tipo normalmente chiuso.
Apposito cartello individuerà la funzione del pulsante di sgancio.

SCATOLE DI DERIVAZIONE
Le scatole di derivazione devono avere caratteristiche adeguate alle condizioni di impiego , essere di materiale in resina , resistente al calore, al calore normale ed al fuoco , come richiesto dalle relative norme , oppure in lamiera .
Devono poter essere installate in vista e ad incasso e in questo caso componibili tramite apposita piastrina .
Nella versione in vista le scatole in resina devono avere grado di protezione maggiore o uguale a IP44 .
I coperchi devono coprire abbondantemente le scatole ed essere rimossi solo con attrezzo.
DIMENSIONI DI MASSIMA SCATOLE IN RESINA
DA PARETE:

- 80*80 mm
- 100*100 mm
- 170*130 mm
- 250*220 mm

DIMENSIONI DI MASSIMA SCATOLE IN RESINA
DA INCASSO:

- 180*110*70 mm
- 190*170*70 mm
- 270*170*70 mm

Le scatole in lamiera da parete e da incasso di dimensioni similari a quelle in resina devono avere il morsetto di terra sia sulla scatola che sul coperchio per permettere il collegamento al conduttore di protezione.
Tutte le scatole devono poter contenere i morsetti di giunzione e derivazione e gli eventuali separatori fra i circuiti diversi .

MORSETTI
Le giunzioni e le derivazioni devono poter essere effettuate solo ed esclusivamente all’interno dei quadri elettrici o scatole di derivazione a mezzo di apposite morsettiere e morsetti come qui di seguito elencato :

- in resina componibile con guida DIN 32 e DIN 35;
- su base ceramica monoblocco;
- morsettiera a vite in resina (fino a 25 mm^2);
- morsetti a cappuccio,

PRESE INTERBLOCCATE CEE 17
Devono avere involucro in resina resistente agli urti, al calore anormale come prescritto dalle norme relative .
Deve essere possibile installare le prese direttamente a parete oppure su apposite basi modulari componibili isolate predisposte per accogliere una o due prese .
Appositi manicotti, tappi, pressacavi devono consentire il grado di protezione richiesto .
Devono essere ad isolamento totale con grado di protezione da IP54 a IP65 e protette contro le sovracorrenti.
Il dispositivo di blocco deve essere di sicuro affidamento e possibilmente dotato di almeno tre sicurezze :

- blocco dell'interruttore aperto se la spina è disinserita;
- blocco del portello a interruttore chiuso;
- blocco sulla spina e sul portello con interruttore chiuso.

PORTAPPARECCHI PROTETTI DELLA SERIE CIVILE
Negli ambienti speciali (umidi o bagnati) e dove è richiesto il grado di protezione IP44, i portapparecchi della serie civile devono avere le seguenti caratteristiche:

- da parete , in metallo o in resina antiurto per l’installazione degli apparecchi della serie civile;
- con portello a tre posti almeno;
- con guaina trasparente a tre posti almeno;
- scatola di derivazione della stessa serie;
- dimensioni indicative 110*75*75 mm.

Da incasso , in resina antiurto resistente al calore anormale e al fuoco secondo la norma CEI 64-8 V2, per l’installazione degli apparecchi della serie civile in locali a maggior rischio in caso d’incendio:
con portello a tre posti almeno;

- con guaina trasparente a tre posti almeno;
- scatola di derivazione della stessa serie;
- dimensioni indicative 60*75*40 mm

QUADRI

I quadri di settore sono previsti in lamiera d'acciaio di spessore non inferiore a 15/10 mm con trattamento delle superfici con polveri epossidiche. Devono essere adatti per essere appoggiati a parete, a pavimento o incassare nella muratura. Per tutte le versioni devono essere costituiti da elementi modulari, telai portapparecchi pannelli ciechi, forati, portine in cristallo tra loro intercambiabili per le diverse versioni in modo da essere adatti alle varie strutture edilizie ed impiantistiche.
Le dimensioni indicative, del quadro da parete a corpi modulari sovrapposti, sono 400/600 X (200/400/600) X 200 mm oppure 1200/1600/1800 X 600/800 X 200/400 mm completi degli accessori già descritti ed inoltre con testate, zoccolo e piedini.
I quadri di norma devono contenere le seguenti apparecchiature :

- interruttori generali e derivati adatti per la corrente di corto circuito da proteggere per ogni sezione ordinaria.

Per ogni sezione gli interruttori generali saranno previsti del tipo:

- solo sezionatori (modulari con gli apparecchi);
- interruttori automatici, per le partenze di sottosezione.

Gli interruttori derivati saranno previsti del tipo:

- interruttori automatici magnetotermici differenziali da 0.3 a 0.03 A

La taratura degli interruttori derivati sarà coordinata con la massima portata Iz dei cavi di sezione inferiore presente nei circuiti protetti.

APPARECCHIATURE DI PROTEZIONE

Tutti i circuiti in partenza dai quadri di distribuzione, le derivazioni da una sbarra e gli utilizzatori alimentati con presa a spina, di potenza superiore a 1000 W saranno dotati di protezione contro i sovraccarichi.
La protezione può essere incorporata nello stesso apparecchio di manovra, come nel caso degli interruttori automatici , oppure separata, come nel caso dei fusibili o dei relè termici.
Le protezioni saranno adatte da interrompere i circuiti di potenza sia in caso di corti circuiti che di sovraccarichi. Saranno montate protezioni di massima corrente su tutte le fasi attive
E’ fatto inoltre divieto di impiegare una protezione unipolare sul conduttore di neutro.
I poli degli interruttori (escluso il caso di montaggio a retroquadro) devono essere provvisti di coprimorsetti.
In qualsiasi caso le protezioni non consentiranno il verificarsi di una tensione di passo o di contatto superiore ai 25V con tempi di intervento < a 5 sec.
Protezione contro i contatti diretti
La protezione contro i contatti diretti è intesa ad evitare il contatto delle persone con le parti sotto tensione degli impianti .
Protezione contro i contatti indiretti
Tutte le parti metalliche degli impianti che accidentalmente possono essere sede di tensione debbono essere protette contro i contatti indiretti mediante la messa a terra o con il doppio isolamento che interessa soprattutto gli apparecchi utilizzatori.
Protezione contro i sovraccarichi.
Sono soggetti a sovraccarichi :

- i circuiti che alimentano diversi utilizzatori o prese per i quali si è assunto un coefficiente di contemporaneità minore di 1;
- i circuiti dei motori;
- i circuiti a neutro isolato con neutro non apribile.

La protezione contro i sovraccarichi sarà generalmente ottenuta con relè termici che dovranno essere in grado di aprire il circuito entro i tempi previsti e di sopportare senza danni le correnti di cortocircuito .
Quando non diversamente specificato nel progetto un relè termico dovrà essere in grado di interrompere il circuito :

- entro un ora per sovraccarico del 45% nel caso di circuiti prese;
- rif. interruttori norme CEI 23-3 e successive varianti;
- interruttori autom. per usi domestici e similari max 82 A;
- interruttori autom. CEI 17-5 per tensioni max 1000 V corrente alternata;
- interruttori autom. CEI 17-5 per tensioni max 1200 V corrente continua.

Protezione contro corto circuiti
La protezione contro i corto circuiti deve essere sempre prevista all'inizio della conduttura .
Sono ammessi 3m di distanza dall'origine del conduttore, purché il tratto non protetto soddisfi contemporaneamente le due condizioni seguenti:

- sia realizzato in modo da ridurre al minimo il pericolo di corto circuito, ad esempio con adeguati ripari contro le influenze esterne;
- sia realizzato in modo che anche in caso di cortocircuito sia ridotto al minimo il pericolo di incendio o di danno alle persone.

E' ammesso non prevedere la protezione contro i cortocircuiti per :

- le condutture che collegano sorgenti di energia ad apparecchiature quali batterie di accumulatori, generatori, trasformatori e raddrizzatori con i rispettivi quadri, quando i dispositivi di protezione sono posti su questi quadri;
- i circuiti la cui interruzione improvvisa può dar luogo a pericoli;
- taluni circuiti di misura.

In tali casi bisogna verificare che sia minimo il pericolo di corto circuito e che le condutture non siano in vicinanze di materiali combustibili .
Protezioni differenziali
Di volta in volta il progetto esecutivo degli impianti elettrici stabilirà le modalità di impiego di protezioni differenziali a completamento delle protezioni contro i contatti indiretti .
Saranno generalmente impiegati interruttori con soglia di intervento di 30 mA per i circuiti prese alimentanti apparecchi utilizzatori portatili .
Interruttori differenziali con soglia di intervento di 0,5 A , 1 e 3 A eventualmente con soglia e tempo regolabili saranno adottati negli altri casi o su richiesta della D.L.
Coordinamento delle protezioni
Le protezioni di massima corrente in serie dovranno essere verificate fra di loro affinché il loro intervento assicuri la selettività e provochi l'apertura delle sole parti dell' impianto assoggettate a guasti .
Salvo diverse indicazioni di progetto non sono ammesse protezioni di back-up con delega agli interruttori generali di aprire le maggiori correnti di corto circuito .
Inoltre dovranno essere verificate nei riguardi del coordinamento delle protezioni le sezioni dei conduttori costituenti tutti i circuiti degli impianti .
Le sezioni saranno verificate con la formula :

$$S \leq (I^2 * t)1/2 / K$$

dove :

- S è la sezione del conduttore in mm^2;
- I è la corrente di corto circuito in A;
- t è il tempo di intervento del dispositivo di protezione in sec.;
- K = 115 per conduttori in rame isolati in PVC;
  135 per conduttori in rame isolati in gomma naturale e butilica;

146 per conduttori in rame isolati in gomma etilepropilenica e polietilene reticolato

Le sezioni dei circuiti saranno verificate anche per il valore minimo della corrente di corto circuito all'estremità più lontana dal dispositivo di protezione. Nel caso di sovraccarico tutti i circuiti dell'impianto elettrico soddisfano quanto previsto dalle norme CEI 64-8 ed in particolare:

$Ib \leq In \leq Iz$

$If \leq 1{,}45\ Iz$

Ib corrente d' impiego
In corrente nominale / taratura del disp. di protezione
Iz portata nominale a regime del cavo
If corrente convenzionale d' intervento della protez.

Il valore di Iz (portata nominale a regime del cavo) è infatti sempre superiore non solo alla corrente d'impiego del circuito Ib ma anche alla corrente di taratura o nominale dell'interruttore corrispondente.
Tutte le apparecchiature di protezione (interruttori automatici e fusibili) previste avranno un potere d'interruzione superiore al valore della corrente di corto circuito massima presunta nel punto di installazione .

PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI
Si sono previste tutte le misure adatte a proteggere le persone contro i pericoli derivanti da contatti diretti con parti attive.

PROTEZIONE TOTALE
Protezione mediante involucri e barriere .
Gli involucri o le barriere assicureranno un grado di protezione IP 2X e per le superfici orizzontali , a portata di mano , devono assicurare il grado IP 4X .
Quando è necessario aprire un involucro o rimuovere una barriera occorre osservare una delle presenti prescrizioni :

- uso di chiave o attrezzo;
- interposizione di una seconda barriera che assicuri il grado di protezione IP 2X rimovibile con chiave o attrezzo;
- sezionamento delle parti attive.

MISURA DI PROTEZIONE ADDIZIONALE DOVE PREVISTO .
Gli interruttori differenziali con soglia d'intervento non superiore a 30 mA devono essere considerati come protezione addizionale contro i contatti diretti e da impiegarsi unitamente alle altre misure di protezione .

PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI
Si sono previste tutte le misure atte a proteggere le persone contro i pericoli derivanti da contatti con parti conduttrici che , in caso di guasto , possono andare in tensione .

PROTEZIONE CON INTERRUZIONE AUTOMATICA DEL CIRCUITO
La protezione contro i contatti indiretti con interruzione automatica del circuito si realizza in accordo alla norma CEI 11-1 , tramite il coordinamento della corrente differenziale del dispositivo di protezione e l'impedenza dell'anello di guasto.

SEZIONAMENTO E COMANDO
Ogni circuito deve poter essere sezionato dall'alimentazione. Il sezionamento deve poter avvenire su tutti i conduttori attivi, e deve comunque essere possibile sezionare diversi circuiti con un solo dispositivo purché le condizioni di esercizio lo consentano.
Quando il dispositivo di sezionamento non è sotto il controllo dell'operatore si deve ottemperare ad una delle seguenti prescrizioni:

- chiave sul dispositivo;
- dispositivo in locale chiuso a chiave;

Un comando di arresto di emergenza è stato previsto sull'alimentazione di impianti o parti di impianto dove si deve intervenire rapidamente per eliminare pericoli improvvisi.
Tale dispositivo deve essere in grado di interrompere corrente di pieno carico.
Esempi di impianto per i quali sono previsti dispositivi per il comando o arresto di emergenza:

- centrali termiche ;
- elevatori.

Il dispositivo di attivazione non deve determinare l'azione inversa.

INTERRUTTORI AUTOMATICI MAGNETOTERMICI E DIFFERENZIALI FINO A 6 KA - PORTATA 63 A
Per l'installazione e la protezione dei circuiti della distribuzione secondaria sono previsti interruttori con le seguenti caratteristiche :

- rispondenza normativa :

CEI 23-3
CEI 23-18 fino a 60 A

- caratteristica tipo U per protezione generale (istantanea);
- taratura fissa;
- portata 2,4,5,10,15,20,25,32,38,47,60 A;
- massima compattezza della modularità (es. 12.5 e 25mm);
- potere d'interruzione fino a 6 KA;
- meccanismi d'intervento e di manovra a tempo indipendente sia in chiusura che in apertura;
- intervento automatico segnalato dalla posizione della leva di manovra;
- montaggio a scatto su profilato autobloccato;
- possibilità di avere tutta la gamma anche l'interruttore automatico magnetotermico con protezione differenziale Idn 0.03 - 0.3 A;

Le protezioni differenziali e magnetotermiche devono essere incorporate nello stesso apparecchio. La serie deve comprendere interruttori automatici (uno o due) accoppiati ad un dispositivo differenziale ad alta sensibilità in modo da realizzare un complesso molto compatto e quindi atto all'installazione in piccoli centralini da ubicare nei singoli locali o gruppi di locali.
La serie degli interruttori comprenderà un vasta gamma di apparecchi complementari installati sullo stesso profilato autobloccante , come qui di seguito elencato :

- interruttori sezionatori;
- trasformatori;
- riduttori elettronici di luminosità;
- adattatori per serie civile;

la serie deve comprendere gli accessori per:

* installazione su quadro , su pannelli o staffe portanti e profilato autobloccante;
* installazione a parete , con calotte .

INTERRUTTORI AUTOMATICI MAGNETOTERMICI E DIFFERENZIALI FINO A 25 KA - PORTATA 63 A
Per l'installazione e la protezione dei circuiti della distribuzione principale si sono previsti interruttori con le seguenti caratteristiche :

- rispondenza normativa :

CEI 17-5
IEC 755

- caratteristica tipo U per protezione generale (istantanea);
- taratura fissa;
- portata 1,6,10,15,20,25,32,38,47,50,63 A;
- massima compattezza della modularità (es. 12.5 e 25mm);
- potere d'interruzione fino a 25 KA;
- meccanismi d'intervento e di manovra a tempo indipendente sia in chiusura che in apertura;
- intervento automatico segnalato dalla posizione della leva di manovra;
- montaggio a scatto su profilato autobloccato;

- possibilità di avere tutta la gamma anche l'interruttore automatico magnetotermico con protezione differenziale ldn 0.03 - 0.3 A;

Le protezioni differenziali e magnetotermiche devono essere incorporate nello stesso apparecchio.
La serie degli interruttori comprenderà un vasta gamma di apparecchi complementari installati sullo stesso profilato autobloccante , come qui di seguito elencato:

- interruttori sezionatori
- riduttori elettronici di luminosità
- adattatori per serie civile
- la serie deve comprendere gli accessori per :
- installazione su quadro , su pannelli o staffe portanti e profilato autobloccante ;
- installazione a parete , con calotte .

APPARECCHIATURE MODULARI

Le apparecchiature installate nei quadri di comando e negli armadi devono essere del tipo modulare e componibile con fissaggio a scatto sul profilato normalizzato EN5002, ad eccezione degli automatici da 100 A in su, si fisseranno a mezzo di bulloni.
In particolare :

- gli interruttori automatici magnetotermici da 5 a 100 A devono essere modulari e componibili con dimensione del modulo di base di 25 mm;
- tutte le apparecchiature necessarie per rendere efficiente e funzionale l' impianto (ad es. trasformatori, suonerie, lampade di segnalazione, interruttori, programmatori, prese di corrente CEE, etc.) devono essere modulari ed accoppiabili nello stesso quadro con gli interruttori automatici;
- gli interruttori differenziali fino a 63 A devono appartenere alla stessa serie degli interruttori automatici ;
- gli interruttori magnetotermici differenziali tetrapolari con tre poli protetti devono essere dotati di un dispositivo che consenta la visualizzazione dell'avvenuto intervento e permetta di distinguere se detto intervento è provocato dalla protezione magnetotermica o dalla protezione differenziale;
- nel caso siano previsti interruttori differenziali che alimentino prese a spina poste in zona 3 di locali da bagno questi devono essere solo di tipo ad alta sensibilità.

Gli interruttori automatici magnetotermici fino a 63 A devono essere modulari e componibili con dimensioni del modulo di base 17.5 x 45 x 53 mm; i morsetti devono poter essere i conduttori e le barrette di rame o i capicorda a forcella.
Gli interruttori differenziali fino a 80 A devono essere modulari e componibili con dimensioni del modulo di base 17.5 x 45 x 53 mm. Gli interruttori magnetotermici differenziali devono essere componibili con gli interruttori automatici e devono essere disponibili fino a 60 A. Devono essere interamente assemblati e tarati in fabbrica e la versione da 47 a 60 A non deve occupare più di 7 moduli di base. Devono essere dotati di un dispositivo che consenta la visualizzazione dell' avvenuto intervento e permetta di distinguere se detto intervento è provocato dalla protezione magnetotermica o da quella differenziale.
Gli interruttori tetrapolari devono essere provvisti di morsetti per lo sgancio a distanza. La serie modulare alla quale appartengono gli interruttori magnetotermici e differenziali deve comprendere una vasta gamma di apparecchi complementari come: trasformatori, limitatori di sovratensione, filtri antidisturbo, strumenti di misura,relè passo-passo , contattori , etc.
Gli interruttori magnetotermici e gli interruttori differenziali con e senza protezione magnetotermica con corrente nominale da 100 A in su devono appartenere alla stessa serie.
Onde agevolare le installazioni sui quadri e l' intercambiabilità , gli apparecchi da 100 e 250 A devono avere le stesse dimensioni di ingombro.
Gli interruttori con protezione magnetotermica di questo tipo devono essere selettivi rispetto agli automatici fino a 30 A almeno per correnti c.c. fino a 3 KA.
Il potere di interruzione deve essere dato nella categoria di prestazione P2 onde garantire il buon funzionamento anche dopo tre cortocircuiti con corrente pari al potere di interruzione .
Gli interruttori differenziali da 100 a 250 A da impiegare devono essere disponibili nella versione con Id = 0.50 A e nella versione con intervento ritardato con Id = 1 A per consentire la selettività con altri interruttori differenziali installati a valle.

SERIE DA INCASSO

Si deve impiegare una serie da incasso modulare e componibile in modo da consentire una facile manovra dei comandi e di poterli installare nei quadri elettrici in combinazione con gli apparecchi modulari .
Gli interruttori devono avere portata 16 A , devono essere facilmente manovrabili ed avere la possibilità di essere illuminati con l' inserimento di una lampada.
Le prese devono essere di sicurezza con portata 10-16 A.
L'inserimento degli apparecchi deve avvenire dalla parte posteriore di armature isolanti e metalliche, deve essere a scatto in entrambi i casi ed assicurare l'intercambiabilità dei componenti .
Gli apparecchi devono essere montati su armature metalliche o plastiche senza viti completate con placche metalliche isolate o plastiche .
Nei locali dove è previsto l' impianto a vista gli stessi apparecchi devono potersi installare su scatole da parete con grado di protezione IP 55.

PRESE A SPINA

Le prese a spina devono essere installate in modo da rispettare le condizioni di impiego per le quali sono state costruite.
La corrente nominale delle prese se superiore a 10 A non deve essere superiore a quella del circuito nel quale sono inserite.
Le operazioni di posa e le manovre ripetute alle quali le prese a spina possono essere sottoposte durante l' esercizio, non devono alterarne il fissaggio ne sollecitare i cavi ed i morsetti di collegamento .
E' vietato installare sulle pareti prese ad altezza (misurata a partire dalla mezzeria della presa) inferiore a 175 mm dal piano del pavimento.
Negli edifici o parti di edifici, a destinazione specializzata , per l' installazione di scatole per le prese di utilizzazione o per le analoghe custodie per derivazione a presa (placche , torrette , calotte , etc.) , deve essere effettuata in modo che l' asse della presa risulti distanziato dal pavimento finito di 75 mm nel caso di applicazione a pavimento (torretta attrezzata o simili) .
Nel caso di realizzazioni che comportino l' innesto delle spine in verticale, deve essere inoltre assicurata la tenuta stagna alla polvere e agli spruzzi d' acqua, degli organi di presa quando la connessione è inattivata .
Le prese a spina destinate all' alimentazione di apparecchi che per potenza o particolari caratteristiche possono dare luogo a pericoli durante l' inserimento e il disinserimento della spina e , comunque , le prese a spina di potenza nominale superiore a 16 A , devono essere provviste , a monte della presa , di organi di interruzione atti a consentire le suddette operazioni a circuito aperto .
In particolare si deve installare un organo di interruzione immediatamente a monte delle prese a spina destinate ad alimentare apparecchi utilizzatori fissi o trasportabili (quali scaldacqua, condizionatori, duplicatori, piastre cottura, etc.) di potenza nominale superiore a 2 KW .
Al contatto di protezione delle prese a spina deve essere sempre collegato il conduttore di protezione .
Per quanto riguarda altre prescrizioni si rimanda a quelle riportate nelle norme CEI 64-8 .
Le prese a spina che alimentano utilizzatori con forte assorbimento devono avere un proprio dispositivo di protezione da sovracorrente .
Detto dispositivo può essere installato nel contenitore centrale o in una normale scatola nelle immediate vicinanze dell' apparecchio utilizzatore .

APPARECCHI DI COMANDO

Le apparecchiature di comando devono essere installate ad un'altezza massima di 0,90 m dal pavimento.
Devono essere facilmente individuabili e visibili anche in caso di illuminazione nulla, impiegando comandi con tasti fosforescenti o luminosi oppure indicatori fluorescenti posti sulle placche di finitura .
Devono essere azionabili con leggera pressione e sufficientemente robusti per resistere in caso di azionamento effettuato non correttamente.
Non devono mai essere affiancati nella stessa scatola da incasso elementi di comandi (come pulsanti , interruttori, etc.) , con prese di corrente .

APPARECCHI DI SEGNALAZIONE

Tutti gli apparecchi elettrici di segnalazione devono essere posti , nei vari locali , in posizione tale da consentire l' immediata percezione visiva ed acustica .
Le segnalazioni acustiche devono essere di intensità di almeno 70 dB misurati a 3 m e, se inserite in sistemi di sicurezza e allarme , di almeno 80 dB a 3 m.
Le segnalazioni ottiche devono essere poste ad un altezza compresa fra 2,20 e 2,40 metri dal pavimento e comunque in luogo ben visibile .

APPARECCHI ILLUMINANTI

Per le caratteristiche di tali apparecchi si farà riferimento ai disegni esecutivi di progetto e alle descrizioni e caratteristiche tecniche del computo metrico.
L'appaltatore dovrà a sue spese procedere a tutte le verifiche illuminotecniche del caso con l'eventuale spostamento degli apparecchi e trovare il posizionamento ottimale in accordo con le indicazioni della D.LL. .

- Impianti idrici – Generalità

L'appaltatore per la realizzazione di impianti idrici di qualsiasi estensione dovrà attenersi alle seguenti prescrizioni:
– presentare, entro il termine stabilito dalla D.L., il progetto esecutivo degli impianti che, redatto da un tecnico abilitato, dovrà essere completo e provvisto di relazione, disegni esecutivi, calcolo delle portate e dei diametri delle condutture;
– fornire e porre in opera tutte le condutture di adduzione e di scarico delle acque provviste di raccordi, giunzioni, fissaggi, gomiti ed accessori (valvole, contatori, sifoni, chiusini, ecc.) aventi caratteristiche tecniche conformi a quelle richieste dalle specifiche norme UNI e dalle disposizioni dell'art. "materiali per impianti idrici" del presente capitolato.

Inoltre, l'appaltatore dovrà sostenere l'onere derivante dai lavori di sterro, rinterro, muratura, taglio e dalle opere eseguite per la creazione di tracce ed incassature sia nei muri sia in altre strutture nonché le conseguenti riprese di murature, pavimentazione, intonacatura, tinteggiatura, ecc.
– rivestire le condutture con idonei materiali coibenti aventi le caratteristiche descritte all'art. "Materiali per impianti idrici" del presente capitolato;
– fornire e porre in opera le prescritte cassette di ripartizione ed i serbatoi idrici provvisti di adeguati appoggi alle strutture murarie;
– fornire e porre in opera l'impianto di acqua calda provvisto di ogni accessorio;
– fornire, se esplicitamente previsto dagli elaborati di progetto, e porre in opera gli apparecchi igienico/sanitari aventi le caratteristiche stabilite dall'art. "Materiali per impianti idrici" del presente capitolato; gli apparecchi dovranno essere provvisti di tubi di collegamento con le condutture, di rubinetti, di erogatori e di ogni altro accessorio.

MODALITÀ DI REALIZZAZIONE DELL'IMPIANTO
L'appaltatore realizzerà l'impianto suddividendolo nel seguente modo:
– rete per l'impianto igienico-sanitario
– rete per l'acqua potabile
– rete per l'acqua calda
– rete per impianti accessori.

Costituirà le reti per la distribuzione dell'acqua potabile e di quella calda in modo che in esse sia accurata la continua circolazione dell'acqua che, se calda, dovrà defluire alla temperatura di regime entro 15 secondi dalla apertura degli erogatori. Collegherà la rete dell'acqua potabile direttamente al contatore dell'ente erogatore e subito dopo collocherà un rubinetto o un dispositivo atto ad isolare le condutture interne dalle esterne.
Su ogni conduttura di acqua calda predisporrà un congruo numero di giunti di dilatazione.
L'appaltatore dovrà posizionare le condutture di adduzione in modo che seguano, compatibilmente al funzionamento dell'impianto, il percorso più breve.
Tutte le congiunzioni, siano esse eseguite con croci, braghe, gomiti, manicotti e tubi a T, dovranno essere eseguite in modo che non si verifichino perdite di liquido dovute all'uso o alle variazioni di temperatura. L'appaltatore dovrà impiegare:
– per le condutture di acciaio guarnizioni di canapa e mastice di manganese;
– per le condutture di ghisa corda di canapa catramata e piombo colato e calafato o gomme sintetiche resistenti all'invecchiamento ed alla corrosione e raccordi **speciali (UNI 5336-69)**;
– per le condutture di piombo una accurata saldatura;
– per le condutture di grès corda di canapa imbevuta di litargirio e mastice di bitume o catrame;
– per le condutture di materiale plastico gli appositi collanti consigliabili del produttore e raccordi speciali **(UNI 7441-7448);**
– per le condutture in rame e gli appositi accessori **(UNI 6507)** la brasatura dolce da eseguire con leghe Sn Cu 3 o Sn Ag 5; sarà escluso l'uso della brasatura con leghe Sn 50 Pb 50 e della saldatura ad arco con elettrodi.

L'impianto sarà realizzato in modo che la velocità dell'acqua all'interno delle condutture risulti compresa fra il valore minimo di m 0,25 al minimo secondo ed il valore massimo di m 2 al minuto; il carico minimo disponibile per ogni erogatore dovrà essere di almeno mezzo metro d'acqua. La portata (litri/minuto primo) degli erogatori dei singoli apparecchi sarà uguale ai seguenti valori previsti in progetto o dalla normativa vigente.
L'appaltatore dovrà provvedere al fissaggio delle condutture non interrate mediante l'utilizzo di disposizioni zincate facilmente smontabili. I tubi, i raccordi e gli organi di fissaggio delle condutture dovranno essere protetti contro l'azione dell'umidità di condensa.
Ogni apparecchio igienico-sanitario dovrà essere provvisto:
– del tubo di collegamento (1/2 pollice) con la conduttura di adduzione munito di un rubinetto di intercettazione con cappelletto di protezione e manovra allo scopo di isolare dalla conduttura il gruppo erogatore senza turbare il normale funzionamento dell'impianto;
– del tubo di collegamento con la conduttura di scarico, munito di rosone a muro o a pavimento del diametro interno non inferiore a pollici 1 e 1/4;

– del sifone, di facile ispezione.

Tutte le giunzioni dei tubi di collegamento dovranno essere eseguite senza dar luogo a perdite di liquido permettendo di separare con facilità l'apparecchio dai tubi stessi.

Le colonne di scarico, disposte in modo da permettere un rapido e completo smaltimento delle materie luride nelle fogne, lungo il loro percorso dovranno essere prive di ostruzioni o formazioni di depositi e di incrostazioni e dovranno essere raccordate con pezzi speciali in corrispondenza delle riseghe che saranno provviste di tronchi di ispezione e munite di un cappello esaustore atto all'aspirazione dei gas. Le condutture interrate, all'esterno dell'edificio, dovranno essere poste ad una profondità non inferiore ad un metro a partire dal piano stradale.

Alla base di ogni colonna di scarico, l'appaltatore farà collocare dei sifoni ispezionabili. Inoltre, prima dell'immissione nella rete fognante, farà scaricare le colonne in pozzetti di ispezione costruiti in muratura, intonacati con malte cementizie e muniti di chiusini metallici a doppia chiusura ermetica. Fra i pozzetti e la rete fognante sistemerà sifoni a doppia ispezione muniti di presa d'aria e di dispositivi contro l'uscita dei gas. Tutti i chiusini a pavimento dovranno essere collocati in modo da permettere una facile ispezione e pulizia.

Quando richiesto, l'appaltatore dovrà collegare, mediante una conduttura di sezione adeguata, ogni singolo apparecchio sanitario ad una colonna di ventilazione secondaria.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

Durante l'esecuzione dei lavori e comunque prima della definizione degli stessi con la chiusura delle tracce, l'appaltatore sarà tenuto a fare effettuare a sue spese, in fase di realizzazione, tutte le prove preliminari e le verifiche ritenute dalla D.L. più idonee al tipo di impianto concernenti la qualità dei materiali, la resistenza idraulica delle condutture, ecc. da eseguire secondo quanto stabilito dalla norma **UNI 9182** punti 25 e 27. L'esito positivo delle prove preliminari non solleverà l'appaltatore dalle sue responsabilità che cesseranno alla data del collaudo delle opere ed alla fine del periodo di garanzia prevista dalle vigenti leggi.

Nel corso dell'esecuzione dei lavori la direzione dei lavori potrà verificare che i materiali impiegati e le tecniche di esecuzione siano effettivamente quelli prescritti e, per le parti destinate a non restare in vista, verificherà che l'esecuzione sia coerente con quanto previsto negli elaborati di progetto. Potrà, inoltre, verificare le giunzioni con gli apparecchi, il numero e la dislocazione dei supporti, degli elementi di dilatazione, ecc.

Al termine dell'installazione la direzione dei lavori potrà verificare che le opere siano state eseguite a regola d'arte e che l'appaltatore sia in possesso delle certificazioni di conformità relative ai materiali utilizzati. Al termine dei lavori il direttore dei lavori raccoglierà in un fascicolo tutti i documenti più significativi (schemi dell'impianto, dettagli costruttivi, schede dei componenti, ecc.) e tutte le istruzioni, rilasciate dai produttori dei singoli componenti e dall'installatore utili per le opere di manutenzione dell'impianto.

- Impianti di scarico delle acque reflue

Per impianto di scarico delle acque reflue s'intende l'insieme delle condotte, degli apparecchi, e dei raccordi che trasferiscono l'acqua dal punto di utilizzo alla fogna pubblica. Il sistema di scarico dovrà essere indipendente dal sistema di smaltimento delle acque meteoriche fino al punto di immissione nella fogna pubblica. In caso di necessità e conformemente agli elaborati di progetto il sistema di scarico dovrà essere suddiviso in più reti che convogliano separatamente le acque fecali, le acque saponose e le acque grasse. Il modo di convogliamento delle acque reflue sarà in ogni caso conforme alle prescrizioni delle autorità competenti.

L'impianto verrà funzionalmente suddiviso nelle seguenti parti destinate al: convogliamento delle acque (raccordi, diramazioni, colonne, collettori); ventilazione primaria; ventilazione secondaria; raccolta e sollevamento sotto quota; trattamento delle acque.

L'appaltatore utilizzerà i materiali, i componenti e le modalità indicati negli elaborati di progetto; nei casi in cui non siano specificati, seguirà (conformemente alla norma **UNI 9183**) le seguenti le prescrizioni.

– L'impianto dovrà essere eseguito in modo da consentire la sua facile e rapida manutenzione e la pulizia; dovrà consentire la sostituzione, anche a distanza di tempo, di ogni sua parte senza gravosi interventi distruttivi di elementi della costruzione; dovrà permettere l'estensione del sistema, quando previsto, e il suo facile collegamento ad altri sistemi analoghi.
– Installerà le tubazioni orizzontali e verticali allineandole secondo il loro asse, parallelamente alle pareti e con la pendenza prevista dal progetto. I tubi non potranno essere collocati sopra apparecchi elettrici o dove le eventuali perdite dell'impianto possono provocare danni ed inquinamenti. Nei casi in cui non sarà possibile l'appaltatore dovrà adottare tutte le adeguate cautele e protezioni al fine di convogliare i liquidi in un punto di raccolta.
– Posizionerà i raccordi con curve e pezzi speciali secondo le indicazioni del punto precedente ed eviterà l'uso di curve ad angolo retto nelle connessioni orizzontali (saranno ammesse solo fra tubi verticali e orizzontali); eviterà le connessioni doppie e tra loro frontali e i raccordi a T; eseguirà tutti i collegamenti con l'opportuna inclinazione rispetto all'asse della tubazione ricevente ed in modo da mantenere allineate le generatrici superiori dei tubi.
– Eseguirà le variazioni di direzione tramite raccordi che non apportino apprezzabili variazioni di velocità o altri effetti di rallentamento. Collocherà le connessioni, in corrispondenza di spostamento dell'asse delle colonne della verticale, ad una opportuna distanza dallo spostamento e comunque a non meno di 10 volte il diametro del tubo e al di fuori del tratto dove è possibile la formazione delle schiume.
– Realizzerà gli attacchi dei raccordi di ventilazione secondaria come richiesto dalla norma UNI 9183. Solo nei casi in cui non sarà possibile attuare la fuoriuscita diretta verso l'esterno, le colonne di ventilazione secondaria potranno: essere raccordate alle colonne di scarico a una quota di almeno 15 cm più elevata dal bordo superiore del troppopieno dell'apparecchio collocato alla quota più alta nell'edificio; essere raccordate ad una quota inferiore al più basso raccordo di scarico.

– Realizzerà delle connessioni intermedie tra colonna di scarico e quella di ventilazione almeno ogni 10 connessioni nella colonna discarico.
– Posizionerà i terminali delle colonne che fuoriescono verticalmente dalle coperture:
  a) a non meno di 0,15 m dall'estradosso per coperture non praticabili
  b) a non meno di 2 m per coperture praticabili.
  I terminali dovranno essere collocati a 3 m da ogni finestra o a 0,60 m dal bordo più alto della finestra.
– posizionerà i diversi punti d'ispezione (aventi diametri uguali a quelli dei tubi fino a 100 mm, e con diametro minimo di 100 mm negli altri casi) nel seguente modo:
  a) al termine della rete interna di scarico insieme al sifone e a una derivazione
  b) a ogni cambio di direzione con angolo maggiore di 45°
  c) ogni 15 m di percorso lineare per tubi con diametro sino a 100 mm e ogni 30 m per tubi con diametro maggiore
  d) a ogni confluenza di due o più provenienze
  e) alla base di ogni colonna.

I punti per le ispezioni dovranno essere accessibili e avere spazi sufficienti per operare con gli utensili della pulizia. Apparecchi facilmente rimovibili possono fungere da ispezioni.

Nel caso di tubi interrati con diametro uguale o superiore a 300 mm l'appaltatore dovrà posizionare dei pozzetti di ispezione a ogni cambio di direzione e comunque ogni 40/50 m.

– Utilizzerà supporti per tubi e apparecchi staticamente affidabili, durabili nel tempo e tali da non trasmettere rumori e vibrazioni. Le tubazioni dovranno essere supportate in corrispondenza di ogni giunzione; quelle verticali almeno ogni 2,5 m e quelle orizzontali ogni 0,5 m per diametri fino a 5 0 mm, ogni 0,8 m per diametri fino a 1 00 mm, ogni 1,00 m per diametri oltre 1,00 mm. Il materiale dei supporti dovrà essere compatibile chimicamente con il materiale dei tubi.
– Collocherà il numero richiesto di giunti di dilatazione in relazione al materiale costituente e alla presenza di punti fissi quali parti murate o vincolate rigidamente.

Gli attraversamenti delle pareti a seconda della loro collocazione possono essere per incasso diretto, con utilizzazione di manicotti di passaggio (controtubi) opportunamente riempiti tra tubo e manicotto, con foro predisposto per il passaggio in modo da evitare punti di vincolo.

Gli scarichi a pavimento all'interno degli ambienti devono sempre essere sifonati con possibilità di un secondo attacco.

Diramazioni di scarico – Le diramazioni di scarico dovranno essere realizzate con i materiali previsti dagli elaborati di progetto e dovranno convogliare le acque di scarico provenienti dagli apparecchi sanitari senza eccessive pressioni o altri fattori che possano danneggiare le colonne di scarico per effetto dei flussi discendenti. La portata della diramazione di scarico dovrà essere maggiore o uguale alla somma delle singole portate degli apparecchi sanitari collegati dalla diramazione. Il collegamento fra le diramazioni di scarico in piombo e le colonne di scarico di ghisa dovrà essere eseguito tramite l'interposizione di idonei anelli di congiunzione in rame. Nel caso di diramazioni con materiali plastici il collegamento alle colonne di scarico dovrà essere eseguito con anelli elastici a pressione o tramite l'accurato incollaggio con mastici speciali in grado da assicurare la perfetta tenuta idraulica. Per le diramazioni in tubazioni di policloruro di vinile non plastificato si applicheranno le disposizioni della norma UNI EN 1329-1:2000 – 31/05/2000 – Sistemi di tubazioni di materia plastica per scarichi (a bassa ed alta temperatura) all'interno dei fabbricati – Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) – Specifiche per tubi, raccordi e per il sistema.

Le pendenze delle diramazioni dovranno essere sempre superiori al 2%. Nei tratti orizzontali dovrà essere assicurato un minimo di pendenza in grado di facilitare il deflusso delle acque reflue.

Colonne di scarico – Le colonne di scarico saranno costituite dal tipo di tubazioni previste dagli elaborati di progetto. I diametri saranno determinati in funzione sia delle unità di scarico delle diverse diramazioni che dall'altezza della colonna; tale diametro dovrà essere mantenuto costante per tutta l'altezza della colonna. In caso di spostamenti dell'asse della colonna superiori a 45° rispetto l'appaltatore organizzerà la suddivisione della colonna in tratti.

L'appaltatore, inoltre, provvederà a fissare le colonne di scarico alle strutture portanti mediante appositi collari in acciaio inossidabile o in acciaio zincato. Al fine di evitare i danni apportati dalle dilatazioni termiche fisserà le tubazioni in plastica con due ancoraggi a manicotti scorrevoli da collocare sotto il bicchiere.

Collettori di scarico – L'appaltatore collocherà i collettori di scarico in modo che questi abbiano la massima pendenza possibile con la minima lunghezza. In presenza di eventuali cambiamenti di direzione i collettori saranno realizzati utilizzando ampie curvature con angoli non superiori ai 45°. In prossimità delle variazioni di direzione (da verticale ad orizzontale) l'appaltatore approntera due mezze curve a 45° in modo formare una curva molto ampia I collettori di scarico a soffitto dovranno essere sostenuti da braccialetti apribili, collocati in prossimità di ogni bicchiere ogni 2 m di lunghezza di tubazione in ghisa o materiale plastico, per le tubazioni in gres tale distanza potrà essere ridotta ad 1 metro. I collari di sostegno a soffitto potranno essere sia del tipo a nastro regolabile che a collare pesante in metallo o in PVC.

L'appaltatore, prima di collegare i collettori con il recapito esterno, dovrà dotarli di un idoneo dispositivo ispezionabile, a chiusura idraulica e provvisto di attacco idoneo alla ventilazione.

Dovrà, inoltre, assicurare una sufficiente velocità di deflusso (non inferiore a 0,6 m/s) in modo da evitare la separazione dei materiali solidi; la velocità massima di deflusso dovrà essere compatibile con la natura dei materiali dei collettori in modo da non provocare forme di abrasione nella superficie interna dei tubi. La velocità media di deflusso sarà compresa tra i valori di 0,7 e 2,5 m/s. La direzione dei lavori potrà procedere alla verifica della velocità di deflusso in relazione alla portata e pendenza della tubazione.

Dimensionamento delle tubazioni di scarico per le acque reflue – Il dimensionamento delle tubazioni sarà eseguito in base alla portata delle acque di scarico. Il diametro delle diramazioni dipenderà dalla portata delle acqua di scarico e dalla pendenza delle tubazioni. Il diametro delle colonne di scarico, sarà calcolato in relazione al numero degli

apparecchi sanitari che scaricano su tutta la colonna e per ogni piano, all'altezza massima della colonna (compreso il tratto esalatore). Il diametro dei singoli collettori di scarico sarà calcolato in rapporto alla massima quantità di acqua che potrà essere convogliata ed alla loro pendenza tenendo in considerazione la natura del materiale impiegato.
Dispositivi a chiusura idraulica – Ogni apparecchio sanitario dovrà essere dotato di un efficace dispositivo a chiusura idraulica, inserito sullo scarico, ispezionabile e collegabile alla diramazione di ventilazione.
Pozzetti d'ispezione – L'appaltatore realizzerà le reti di scarico dotandole, conformemente agli elaborati di progetto, del numero richiesto di pozzetti di ispezione, le cui dimensioni dipenderanno dalla quota del piano di posa delle tubazioni. Il volume interno di ogni pozzetto sarà maggiore o uguale al volume della sezione interna della colonna di scarico.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO
Durante l'esecuzione dei lavori e comunque prima della definizione degli stessi, l'appaltatore sarà tenuto a fare effettuare a sue spese, in fase di realizzazione, tutte le prove preliminari e le verifiche ritenute dalla D.L. più idonee al tipo di impianto concernenti la qualità dei materiali, la resistenza idraulica delle condutture, ecc.
L'esito positivo delle prove preliminari non solleverà l'appaltatore dalle sue responsabilità che cesseranno alla data del collaudo delle opere ed alla fine del periodo di garanzia prevista dalle vigenti leggi. Nel corso dell'esecuzione dei lavori la direzione dei lavori potrà verificare che i materiali impiegati e le tecniche di esecuzione siano effettivamente quelli prescritti e verificherà che l'esecuzione sia coerente con quanto previsto negli elaborati di progetto. Potrà, inoltre, verificare le giunzioni con gli apparecchi, il numero e la dislocazione dei supporti, degli elementi di dilatazione, ecc. Al termine dell'installazione la direzione dei lavori potrà verificare che le opere siano state eseguite a regola d'arte e che l'appaltatore sia in possesso delle certificazioni di conformità relative ai materiali utilizzati. Al termine dei lavori il direttore dei lavori raccoglierà in un fascicolo tutti i documenti più significativi (schemi dell'impianto, dettagli costruttivi, schede dei componenti, ecc.) e tutte le istruzioni, rilasciate dai produttori dei singoli componenti e dall'installatore utili per le opere di manutenzione dell'impianto.

- Impianti di scarico delle acque meteoriche

Si intende per impianto di scarico delle acque meteoriche l'insieme di tutti gli elementi di raccolta, convogliamento, stoccaggio e sollevamento e recapito (a collettori fognari, corsi d'acqua, sistemi di dispersione nel terreno). L'appaltatore realizzerà lo scarico delle acque meteoriche con condutture indipendenti dall'impianto adibito allo smaltimento delle acque reflue.
Il sistema dovrà essere conforme alle prescrizioni della pubblica autorità in particolare per quanto concerne le possibilità d'inquinamento. Gli impianti saranno funzionalmente suddivisi come segue:
- converse di convogliamento e canali di gronda
- punti di raccolta per lo scarico (bocchettoni, pozzetti, caditoie, ecc.)
- tubazioni di convogliamento tra i punti di raccolta ed i punti di smaltimento (pluviali e collettori)
- punti di smaltimento nei corpi ricettori (fognature, bacini, corsi d'acqua, ecc.).

Per la realizzazione dell'impianto si utilizzeranno i materiali, i componenti e le modalità indicate nei documenti progettuali, e qualora non siano specificati in dettaglio nel progetto o a suo completamento, si rispetteranno le prescrizioni seguenti. Vale inoltre quale prescrizione ulteriore cui fare riferimento la norma **UNI 9184**.
Per l'esecuzione degli impianti saranno valide le prescrizioni riportate per la realizzazione degli impianti di scarico delle acque reflue. I pluviali montati all'esterno dovranno essere installati in modo da lasciare libero uno spazio tra parete e tubo di 5 cm; i fissaggi dovranno essere realizzati in prossimità di ogni giunto e dovranno essere costituiti da materiale compatibili.
I bocchettoni e i sifoni dovranno avere lo stesso diametro delle tubazioni che immediatamente li seguono. Tutte le caditoie a pavimento dovranno essere del tipo sifonato. Ogni inserimento in un collettore orizzontale dovrà essere eseguito ad almeno metri 1,5 dal punto di innesto di un pluviale. Per i pluviali ed i collettori installati nelle parti interne all'edificio (intercapedini di pareti, ecc.) dovranno essere prese tutte le precauzioni di installazione (fissaggi elastici, materiali coibenti acusticamente, ecc.) per limitare entro valori ammissibili i rumori trasmessi.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO, COLLAUDO
Nel corso dell'esecuzione dei lavori la D.L. potrà effettuare le verifiche che riterrà più opportune al fine di accertare se i materiali impiegati e le tecniche di esecuzione siano effettivamente quelle prescritte e se esiste un certificato di conformità. Potrà anche fare eseguire delle prove di tenuta all'acqua come riportato nell'articolo relativo agli impianti di scarico acque reflue.
Al termine dei lavori la D.L. eseguirà una verifica finale dell'opera e si farà rilasciare dall'appaltatore una dichiarazione di conformità dell'opera alle prescrizioni del progetto, del presente capitolato e di altre eventuali prescrizioni concordate.
Il direttore dei lavori raccoglierà in un fascicolo i documenti progettuali più significativi, la dichiarazione di conformità predetta le schede di prodotti e le istruzioni per la manutenzione.

- Impianti di riscaldamento e climatizzazione.

L'appaltatore realizzerà l'impianto di riscaldamento secondo le indicazioni del progetto esecutivo e in modo tale da mantenere all'interno di un ambiente, nel periodo invernale, le condizioni climatiche (temperatura) compatibili con il tipo di attività svolta. La temperatura verrà misurata ad un'altezza di metri 1,5 dal pavimento.
La quantità di calore da fornire in un certo istante dipenderà dalla differenza fra le due temperature e dalle caratteristiche termo-fisiche dell'edificio. (**UNI 7357:1974 – 01/12/1974** – *Calcolo del fabbisogno termico per il*

riscaldamento di edifici. **UNI 7357:1974/A3:1989 – 01/05/1989** – *Calcolo del fabbisogno termico per il riscaldamento di edifici.* **UNI 7357:1974/A83:1979 – 01/01/1979** – *Foglio di aggiornamento n. 1 alla UNI 7357 (dic. 1974). Calcolo di fabbisogno termico per il riscaldamento di edifici*).
La potenzialità termica dovrà tener conto, oltre che delle dispersioni di calore attraverso le strutture, anche del fabbisogno di calore dovuto ai ricambi d'aria.
L'impianto sarà costituito da un gruppo termico di generazione di calore alimentato da un combustibile, liquido e sarà dotato di un camino per l'esalazione dei fumi, da un sistema di distribuzione del fluido termovettore e da terminali scaldanti (Unità Trattamento Aria) che hanno il compito di diffondere il calore nei vari ambienti. L'erogazione del calore dovrà essere gestita da un sistema di regolazione in grado di dosare la giusta quantità di energia termica in funzione dell'effettivo fabbisogno.
Nei casi in cui il progetto non è fornito dall'amministrazione, l'appaltatore sarà tenuto a presentare, entro i 30 giorni prima dell'esecuzione dell'impianto, un progetto esecutivo in doppia copia. redatto da un tecnico abilitato, corredandolo di una relazione illustrativa, dei calcoli e dei disegni particolareggiati con l'indicazione di tutti i particolari costruttivi.
In ogni caso l'appaltatore sarà tenuto a:
- presentare una domanda al Comando Provinciale dei VV.FF, allegando il progetto esecutivo ai sensi dell'art. 9, della legge 13 luglio 1966, n. 315;
- presentare, prima della costruzione dell'impianto, una denuncia al servizio di Medicina legale e del Lavoro, ove ricadano per le caratteristiche sotto il controllo del citato servizio;
- depositare presso l'Ufficio Tecnico Comunale competente, il progetto esecutivo ed una relazione idonea a dimostrare la rispondenza delle caratteristiche d'isolamento tecnico conformemente a quanto previsto dalla legge 30 aprile 1976 n. 373 e dal relativo regolamento di esecuzione;
- presentare,entro i 15 giorni dalla realizzazione dell'impianto, una richiesta al Comando Provinciale dei VV.FF., per il collaudo da eseguire ai sensi dell'art. 10 della legge 13 luglio 1966, n. 315.
- produrre la campionatura di tutti i componenti degli impianti per la preventiva accettazione da parte della D.L.; l'accettazione dei campioni da parte della D.L. non pregiudicherà i diritti che l'amministrazione si riserva in sede di collaudo.

Gli impianti saranno alimentati con combustibile liquido.

IMPIANTI TERMICI ALIMENTATI A COMBUSTIBILE LIQUIDO – NORME DI RIFERIMENTO:
Tutti i materiali, gli apparecchi, le installazioni e gli impianti alimentati con combustibile liquido per uso domestico ed usi similari devono essere realizzati conformemente alle prescrizioni della collegio 5 marzo 1990, n. 46 – Norme per la sicurezza degli impianti; **legge 9 gennaio 1991, n. 10** – *Norme per l'attuazione del Piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia;*
D.P.R. 26 agosto 1993, n. 412 – *Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia, in attuazione dell'art. 4, comma 4, della legge 9 gennaio 1991, n. 10.*

Per il collaudo:
UNI 5364 *Impianti di riscaldamento ad acqua calda. Regole per la presentazione dell'offerta e per il collaudo.*
Per le prescrizioni di sicurezza:
UNI 10412 *Impianti di riscaldamento ad acqua calda. Prescrizioni di sicurezza.*

SISTEMI DI RISCALDAMENTO

Componenti dell'impianto – Tutti i componenti degli impianti di riscaldamento destinati sia alla produzione, diretta o indiretta, del calore, sia alla utilizzazione del calore, sia alla regolazione automatica del calore, dovranno essere provvisti di un certificato di omologazione rilasciato dagli organi competenti. Tutti i componenti degli impianti dovranno essere facilmente accessibili e agibili per la loro manutenzione. Si dovrà provvedere in modo che siano suscettibili di essere agevolmente introdotti e rimossi nei locali di loro pertinenza ai fini della loro revisione, o della eventuale sostituzione.
Il direttore dei lavori dovrà accertare che i componenti impiegati siano stati omologati e/o che rispondano alle prescrizioni della **UNI 10376:1994 – 31/05/1994** – Isolamento termico degli impianti di riscaldamento e raffrescamento degli edifici.
Condotte di evacuazione dei fumi e aerazione delle centrali termiche – La realizzazione delle condotte dei fumi, raccordi fumari, canali fumari e camini dovrà essere eseguita in modo da assicurare la corretta evacuazione dei fumi anche al carico massimo e nelle peggiori condizioni esterne di temperatura, pressione e umidità relativa. Nei casi in cui le condotte non siano totalmente esterne all'edificio il tiraggio dovrà assicurare la depressione lungo l'intero sviluppo in modo tale che, ove si verificassero delle lesioni, non sussista la possibilità della fuoriuscita dei prodotti della combustione. Lo sbocco all'esterno dovrà essere eseguito secondo le prescrizioni della normativa vigente ed in modo tale da non arrecare molestie. In qualsiasi locale in cui sarà posizionato un generatore di calore, di qualsiasi potenza, dovrà essere assicurata la libera circolazione dell'aria tramite un'apertura non chiudibile di idonee dimensioni.
Depositi di combustibili liquidi – Dovranno rispettare le vigenti norme in merito alla loro dimensione, alle caratteristiche dei locali in cui potranno essere collocati e alla loro sistemazione (interrati o collocati all'aperto). Nel caso di perdite, il combustibile liquido dovrà fluire all'interno di un apposito canale di raccolta che, nel caso di depositi interrati, non dovrà inquinare in alcun modo sia il terreno chee la falda acquifera. Ogni serbatoio dovrà essere provvisto di un tubo di sfiato ubicato in modo che i prodotti gassosi non possano molestare le persone. Le tubazioni di adduzione del combustibile, liquido o gassoso, al serbatoio debbono potere essere intercettare all'esterno delle centrali termiche, in

caso di emergenza. Dovrà essere provvisto di un attacco di carico, facilmente accessibile e protetto da manomissioni. Le stazioni di riduzione per l'alimentazione dei bruciatori di gas e i relativi contatori andranno collocati all'esterno e, ove possibile, in ambienti aerati e separati dai locali di utilizzazione secondo la regolamentazione antincendio.
Reti di distribuzione del fluido termoconvettore – Per rete di distribuzione s'intende l'insieme dei seguenti elementi: la rete orizzontale principale, le colonne montanti, le reti orizzontali nelle singole unità immobiliari, gli allacciamenti ai singoli apparecchi utilizzatori, la rete di sfiato dell'aria, le tubazioni della centrale termica e della sottocentrale termica (anche nei casi in cui l'impianto è alimentato dal secondario di uno scambiatore di calore).
Le reti orizzontali saranno poste, di regola, nei piani cantinati o interrate: in quest'ultimo caso, se si tratta di tubi metallici e non siano previsti cunicoli accessibili aerati, si dovrà prevedere una protezione tale da non consentire alcun contatto delle tubazioni col terreno.
Le colonne montanti saranno provviste alla loro base di organi di intercettazione e di rubinetti di scarico e saranno collocate all'interno di cavedi ispezionabili; da queste si dirameranno le reti orizzontali destinate alle singole unità immobiliari. Debbono essere ispezionabili sia gli organi di intercettazione dei montanti, che le singole reti o, nel caso dei pannelli radianti, gli ingressi e le uscite delle singole serpentine.
I diametri e gli spessori delle tubature dovranno corrispondere a quelli previsti nelle norme UNI: in particolare per i tubi di acciaio neri si impiegheranno le norme:
UNI 7287:1986 – 31/10/1986 – *Tubi con estremità lisce senza saldatura, di acciaio non legato di base.*
UNI 7288:1986 – 31/10/1986 – *Tubi con estremità lisce saldati, di acciaio non legato di base.*
Le tubazioni di materiali non metallici dovranno essere garantite dai fornitori per la temperatura e pressione massime di esercizio e per servizio continuo.
Tutte le tubazioni dovranno essere efficacemente coibentate secondo le prescrizioni della legge 373 ed i successivi decreti d'attuazione. Il dimensionamento delle tubazioni, sulla base delle portate e delle resistenze di attrito ed accidentali, dovrà essere eseguito in modo da assicurare le medesime perdite di carico in tutti i circuiti di ciascuna utenza. Il percorso delle tubazioni e la loro pendenza dovrà assicurare, nel caso di impiego dell'acqua, il sicuro sfogo dell'aria e, nel caso dell'impiego del vapore, lo scarico del condensato oltre all'eliminazione dell'aria.
I giunti, di qualsiasi genere essi siano (saldati, filettati, a flangia, ecc.) dovranno risultare a perfetta tenuta e nel caso essi non siano facilmente accessibili dovranno essere sottoposti a prove in pressione nel corso della loro installazione.
Tutti i sostegni delle tubazioni orizzontali o sub-orizzontali dovranno essere posti a distanze idonee al fine di evitare loro incurvamenti.
Gli organi di intercettazione, previsti in progetto per ogni circuito separato, dovranno essere in grado di assicurare le temperature e le pressioni massime d'esercizio oltre alla perfetta tenuta relativamente agli effetti dell'eventuale segregazione dall'impianto di ogni singolo circuito.
Sulle tubazioni che convogliano vapore occorre prevedere uno o più scaricatori del condensato così da evitare i colpi d'ariete e le ostruzioni al passaggio del vapore.
Pannelli radianti – Questo sistema che comporta la realizzazione di pannelli radianti con tubi annegati (o incorporati) nella struttura, risulta caratterizzato da una elevata inerzia termica in quanto tutta la struttura è interessata alla distribuzione del calore. Il sistema più diffuso è quello dei pannelli radianti a pavimento costituiti da pannelli "galleggianti" e ben isolati sia verso il basso, sia ai bordi tra pavimento e le pareti verticali, dove la massa termica è costituita prevalentemente dal solo materiale in cui sono annegate le tubazioni, con un peso medio che è inferiore alla metà del peso dell'intera soletta. In questo modo l'impianto può seguire con maggiore flessibilità le variazioni climatiche, riducendo drasticamente gli effetti negativi dell'elevata inerzia termica (difficoltà di regolazione della temperatura ambiente), considerati come i principali limiti di questa soluzione impiantistica.
Per l'esecuzione della rete termica potranno essere utilizzati tubi di rame o di materie plastiche.
Con l'impiego dei tubi metallici di rame la forma tradizionale dei pannello sarà quella "a serpentina" continua da realizzare con la collocazione di una serie di tubi paralleli, collegati tra loro tramite curve regolari o mediante una griglia costituita da una serie di tubi paralleli, facenti capo a due collettori, anch'essi allegati alla struttura. In alternativa si potrà eseguire la disposizione "a chiocciola" nella quale l'alternanza delle tubazioni di mandata e di ritorno consentirà di ottenere una maggiore uniformità della temperatura superficiale nel pavimento.
In presenza di locali con ampie superfici disperdenti (pareti esterne con grandi superfici vetrate), dovrà essere infittito il passo tra i tubi nelle zone di pavimento più vicine alle aree di dispersione.
L'appaltatore, prima di procedere all'annegamento delle reti sarà tenuto a verificare che non sussistano ostruzioni; sarà quindi indispensabile eseguire una prova a pressione sufficientemente elevata al fine di assicurarsi che non si verifichino perdite nei tubi e nelle loro congiunzioni.
Per i pannelli posti a pavimento la temperatura media superficiale del pavimento non dovrà superare il valore stabilito dagli elaborati di progetti e la distanza tra le singole tubazioni dovrà essere tale da evitare che la temperatura media si ottenga con l'alternanza di zone con temperature alte e zone con temperature e basse.
Nell'organizzare e distribuire il percorso dei tubi l'appaltatore dovrà tener presente che le zone d'ingresso del fluido scaldante emetteranno calore in misura superiore a quelle prossime all'uscita.
Le reti, qualsiasi sia la loro disposizione dovranno essere annegate all'interno di in materiale il più possibile omogeneo in grado di assicurare la totale aderenza al tubo ed un'efficace protezione contro qualsiasi contatto con materiali o liquidi dispersi sul pavimento.
I pannelli a soffitto saranno collocati annegando le reti all'interno dei solai pieni o delle nervature dei solai misti.
Il collegamento alle reti di distribuzione, dovrà essere eseguito in modo tale da evitare l'insorgere di pericolosi ristagni localizzati dell'aria e da assicurare nel contempo che l'aria trascinata dal fluido venga scaricata completamente; la velocità dell'acqua, quindi, non dovrà mai risultare inferiore al valore di 0,5 m/s.

Per le griglie, costituite da diversi tronchi collegati ai collettori d'ingresso e d'uscita, l'appaltatore dovrà assicurarsi che le perdite di carico nei diversi tronchi risultino uguali al fine di evitare l'instaurarsi di circuiti preferenziali. A tal fine realizzerà la rete con tronchi serpentine di lunghezza equivalente e preferibilmente con lo stesso numero di curve; avrà anche cura di realizzare gli attacchi ai collettori dalle parti opposte in modo che nel tronco con la mandata più corta il ritorno risulti più lungo e che nel tronco con mandata più lunga, il ritorno sia più corto.
Per la realizzazione di pannelli a soffitto o a parete le reti verranno incorporate all'interno di uno strato di uno speciale intonaco armato tramite reti portaintonaco, che potrà essere applicato direttamente sulla muratura, o essere separato dalla stessa; in questi casi si dovrà prevedere un'adeguata armatura di sostegno, e realizzare l'ancoraggio del pannello tenendo conto degli effetti delle dilatazioni termiche.
Qualunque sia il sistema adottato, si dovrà collocare in posizione facilmente accessibile una valvola di regolazione in ogni locale e sarà necessario applicare organi d'intercettazione, sia all'ingresso che all'uscita, in maniera atta a separare dall'impianto i singoli pannelli o un gruppo di pannelli senza arrecare alcuna interferenza con l'intero impianto.
Canali di distribuzione dell'aria calda – I sistemi di canalizzazione di aria calda saranno costituiti da un gruppo elettroventilatore, da una batteria alettata adatta per alimentazione ad acqua calda o a vapore, da un telaio di supporto racchiuso da una carenatura esterna e da una serie di alette direttrici (deflettori) sulla bocca di mandata dell'aria. Potranno essere sia del tipo verticale a parete che orizzontale a soffitto. Nel primo caso il getto d'aria sarà orizzontale e potrà essere orientato verso il basso mediante delle alette poste all'uscita del getto stesso, nel secondo caso il flusso d'aria sarà verticale, dall'alto verso il basso, e potrà essere distribuito su di una vasta superficie mediante appositi diffusori circolari o quadrati.
Questi sistemi dovranno consentire la rapida messa a regime dei locali, la riduzione del numero delle unità riscaldanti a parità di potenza termica installata, la possibilità di utilizzazione totale del piano di pavimento, la concentrazione dei riscaldamento, la facilità della regolazione, la possibilità d'introdurre aria esterna negli ambienti.
L'appaltatore dovrà realizzare e collocare appositi canali di distribuzione provvisti di bocche di immissione, singolarmente regolabili nella portata e dimensionati in base alla portata ed alle perdite di carico. I canali dovranno essere eseguiti utilizzando materiali di adeguata resistenza, non soggetti al degrado ed ai danneggiamenti per effetto dell'umidità e irrigiditi in modo che le loro pareti non entrino in vibrazione. Dovranno essere coibentati lungo tutto il loro sviluppo tranne nei casi in cui il calore da essi emesso sia espressamente previsto ai fini del riscaldamento ad integrazione del riscaldamento dei locali attraversati.
La velocità dell'aria nei canali dovrà essere contenuta in modo da evitare rumori molesti, perdite di carico e fenomeni di abrasione delle pareti. Le bocche d'immissione dovranno essere realizzate in modo che l'aria venga distribuita uniformemente senza risultare molesta.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO, COLLAUDO
Nel corso dell'esecuzione dei lavori la D.L. potrà effettuare le verifiche che riterrà più opportune al fine di accertare se i materiali impiegati e le tecniche di esecuzione siano effettivamente quelle prescritte e se esiste un certificato di conformità.
Le prove per la verifica degli impianti saranno le seguenti:
- prova idraulica di circolazione dell'acqua fredda, da effettuarsi a tratti sia durante l'esecuzione dell'impianto che ad impianto ultimato
- prova preliminare di circolazione, di tenuta e di dilatazione con fluidi scaldanti o raffreddanti
- prova di dilatazione termica del contenuto dell'acqua nell'impianto
- prova di dilatazione termica dei materiali metallici dell'impianto

Per gli impianti ad acqua calda la verifica verrà effettuata portando a 90°C la temperatura dell'acqua nelle caldaie e mantenendola per il necessario per l'accurata ispezione di tutto il complesso delle condutture e dei corpi scaldanti. L'ispezione si dovrà iniziare quando la rete avrà raggiunto lo stato di regime col valore massimo di 90°C.
Si riterrà positivo il risultato della prova, solo quando in tutti i corpi scaldanti l'acqua raggiungono la temperatura stabilita a condizione che le dilatazioni non abbiano dato luogo a fughe o a deformazioni permanenti e solo quando il vaso di espansione sarà in grado di contenere a sufficienza tutta la dilatazione di volume dell'acqua esistente nell'impianto.
Al termine dei lavori la D.L. eseguirà una verifica finale dell'opera facendosi rilasciare dall'appaltatore una dichiarazione di conformità dell'opera alle prescrizioni del progetto, del presente capitolato e di altre eventuali prescrizioni concordate.
Il direttore dei lavori raccoglierà in un fascicolo i documenti progettuali più significativi, la dichiarazione di conformità predetta le schede di prodotti e le istruzioni per la manutenzione.

Descrizione:
Centrale termica
La centrale termica è costituita da una caldaia in ghisa della potenza di 182 kW che alimenta un circuito primario. Dal circuito primario tre pompe spillano la giusta quantità d'acqua calda che alimenta i circuiti UTA 1 (Cattedrale San Pietro), UTA 2 (chiesa Santa Croce) e termosifoni con cui è stato suddiviso l'impianto. Per l'alimentazione della caldaia e previsto un serbatoio di gasolio della capacità di 3000 l ubicato in un locale attiguo alla centrale termica.
Cattedrale San Pietro (UTA 1)
L'aria esterna, dopo essere stata filtrata e trattata dall'U.T.A., viene distribuita attraverso un canale in lamiera zincata. Il canale di mandata è coibentato con materiale isolante in polietilene espanso a celle chiuse del tipo Armaflex. Nella Cattedrale, una bocchetta posta su una parete, provvede alla diffusione dell'aria di mandata.

L'estrazione dell'aria viene fatta ricircolando parzialmente l'aria ambiente con dei canali coibentati che passando nel locale sotto l'altare si ricollegano con l'UTA. La restante quantità d'aria viene espulsa dal locale con delle serrandine di sovrimpressione.

Chiesa Santa Croce UTA 2

Immissione dell'aria all'interno del locale viene fatto esattamente come per la Cattedrale. L'espulsione dell'aria, per esigenze architettoniche, invece, viene fatta senza nessun ricircolo attraverso delle serrande di sovrapressione

Sacrestia

Il riscaldamento della sacrestia è ottenuto con dei termosifoni a parete alimentati mediante un circuito a collettore complanare.

Per mantenere le adeguate condizioni termiche per le persone presenti gli impianto sono controllati separatamente tramite dei regolatori e la loro accensione è comandata o manualmente o da un orologio programmatore.

Tubazione in ferro nero o acciaio zincato

Le tubazioni per il convogliamento dei vari fluidi impiegati negli impianti descritti nel presente capitolato quando e' prevista la loro realizzazione in acciaio nero o in acciaio zincato dovranno essere del tipo senza saldatura e debbono corrispondere per tipo , diametri e spessori a quelli previsti dalle norme per la specifica utilizzazione per la quale sono destinati (UNI 8863 e UNI 7287).

Per i giunti, raccordi, flange e guarnizioni, devono essere rispettate le seguenti norme:

-giunti tra i tubi e tra i tubi e i raccordi eseguiti mediante saldatura a regola d'arte.

- le superfici da saldare devono essere accuratamente pulite e adeguatamente distanziate lungo la circonferenza dei tubi prima della saldatura.
- saldature devono essere larghe 2 volte e mezzo lo spessore dei tubi da saldarsi
- i giunti tra i tubi e le apparecchiature (valvole, saracinesche, filtri, ecc.), sono filettati per diametri fino a 3" compreso, del tipo a flangia per diametri superiori ed in generale per il collegamento ad apparecchiature flangiate (pompe, ecc)
- i giunti tra i tubi e le apparecchiature (valvole, saracinesche, filtri, ecc.) in centrale termica sono previsti del tipo a flangia.
- i raccordi, curve e pezzi speciali devono essere adatti per la pressione di esercizio.
- flange del tipo a collarino o del tipo a sovrapposizione per i collegamenti ad apparecchiature flangiate e comunque laddove è necessario secondo le norme tecniche vigenti.

I sostegni delle tubazioni orizzontali o sub orizzontali dovranno essere previsti a distanza tale da evitare incurvamenti ed il tipo ed il numero dovranno essere specificatamente approvati dalla D.L. prima della installazione.Dovranno essere in ogni caso del tipo che consentano il libero scorrimento delle tubazioni.

Nell'attraversamento dei solai le tubazioni dovranno essere icamiciate entro apposito contenitore al fine di evitare ogni contato con il solaio ed impedire all'acqua presente nel pavimento di venire in contatto con la tubazione.

Occorre prevedere , in ogni caso , la compensazione delle dilatazioni termiche , e pertanto si intendono compresi nel prezzo offerto tutti i dilatatori necessari. Pertanto prima della installazione delle tubazioni dovrà essere fornita alla D.L. apposita relazione di calcolo da cui si evince il tipo , il numero dei dilatatori che si intendono installare. Detta relazione dovrà essere approvata dalla D.L.

Nel montaggio dei circuiti di acqua calda, fredda, refrigerata e di torre si deve avere cura di realizzare le opportune pendenze minime ammesse in relazione al fluido trasportato e che ono dello 0,5% nel senso del moto, in modo da favorire l'uscita dell'aria dagli sfiati che devono comunque essere previsti in tutti i punti alti dei circuiti, mentre nei punti bassi devono essere previsti di spurgo e scarico. Sfiati e carichi devono essere convogliati ad imbuti di raccolta collegati alla fognatura.

Alla fine del montaggio, tubazioni, mensolame, tiranti, ecc. devono essere spazzolati esternamente con cura, prima di essere verniciati previo trattamento con due mani di antiruggine bicolore ed una mano di vernice a finire (se specificatamente richiesta) , da eseguirsi dopo il collaudo preliminare o su autorizzazione della D.L. . Anche tutti i macchinari e le saracinesche in ghisa devono essere completamente verniciati. Eventuali ritocchi a fine lavori, per consegnare gli impianti in perfetto stato, devono essere effettuati dalla Ditta installatrice.

Alla fine del montaggio, le reti devono essere pulite con soffiaggio mediante aria compressa e con lavaggio prolungato previo accordo con la D.L..

Le tubazioni devono essere date complete di tutti gli accessori, collettori, valvole intercettazione, di ritegno, ecc. atte a garantire razionale funzionamento degli impianti.

Tubazioni in rame.

Per 1' esecuzione delle tubazioni per il convogliamento dei fluidi nei circuiti e per le tubazioni a pavimento dovra' essere usato il tubo di rame trafilato (SF - CU) secondo Norme UNI 6507-69 ,serie B (pesante , del tipo ricotto ,in rotoli per diametri esterni fino a 22 mm e crudo in verghe per i diametri maggiori.

Le tubazioni in rame devono essere lavorate con cura, impiegando per le giunzioni gli occorrenti pezzi speciali , sia del tipo meccanico che a saldatura capillare . Le curvature a caldo ed a freddo devono essere eseguite senza produrre pregiudizievoli dilatazioni. I raggi di curvatura devono essere ampi e comunque non inferiori a tre volte il diametro.
Per i tubi suddetti sono ammessi i seguenti spessori minimi , per i diametri esterni elencati:
- fino D est. 18 mm spessore 1.00 mm
- fino D est. 42 mm spessore 1.00 mm
- fino D est 54 mm spessore 2.00 mm

I tubi di rame da impiegare devono essere di qualita' e portare i contrassegni dell' Ente di controllo, stampigliato sui tubi stessi
Il collegamento dei tubi in rame dovra' essere eseguito mediante brasature dolce , impiegando raccordo in rame o leghe in rame a saldatura capillare ,previa preparazione delle parti terminali dei tubi , eseguendo la calibratura e la pulizia secondo le buone regole e conformemente alle Norme DIN 2856-272. I collegamenti dei tubi rame - ferro dovranno essere realizzati con raccordi da saldare in bronzo o in rame con attacco filettato. Per il collegamento del tubo di rame alle valvole o agli attacchi di apparecchiature , si dovranno impiegare raccordi meccanici.
Il fissaggio dei tubi di rame alle pareti sara' realizzato mediante collari rivestiti in gomma di tipo semplice o doppio (per 1 o 2 tubi) corredati di vite e dadi di regolazione.
Le tubazioni devono essere posate possibilmente secondo tracciati rettilinei, per quelle sotto traccia è sempre da prevedere un rivestimento con materiale comprimibile avente uno spessore minimo di 10 mm per consentire i movimenti dei tubi dovuti alle dilatazioni termiche e il possibile assestamento delle murature. Per le linee orizzontali esterne alle murature le tubazioni andranno fissate con appositi staffaggi e la distanza tra i supporti, in funzione del diametro esterno del tubo non dovrà eccedere i valori di seguito riportati.

Dimensioni tubo (mm)	distanza tra i supporti (mm)
da 8x1 a 10x1	700
da 10x1 a 14x1	1000
da 15x1 a 18x1	1200
da 22x1.5 a 35x1.5	1600
da 42x1.5 a 54x2	2300
da 76x2.5 a 108x31	3000

Le tubazioni montate a vista devono essere messe in opera alla distanza di 30 mm dai muri sostenute da staffe e collari che ne permettano la dilatazione.
Qualora lo staffaggio dei tubi venga eseguito su apposite strutture portanti che sostengono più tubi di diametro diverso, il passo delle strutture di sostegno dovrà essere definito in funzione del tubo di minor diametro esistente.
Prima di definire il tipo di staffaggio dovranno essere previsti se necessario i sistemi di compensazione delle dilatazioni sulle tubazioni adottando specifici supporti per realizzare i punti fissi e di guida dei tubi.
Nell'attraversamento di strutture verticali ed orizzontali i tubi devono scorrere all'interno di controtubi in acciaio, PVC autoestinguente ecc., preventivamente installati, aventi diametro capace di contenere anche il rivesttimento isolante. Il controtubo deve resistere ad eventuali azioni aggressive da parte dei materiali con cui è a contatto e all'assestamento di muri e solai.
L'interspazio restante tra tubo e controtubo deve essere riempito per tutta la lunghezza con materiale incombustibile.
Nell'attraversamento di solai e pareti con caratteristiche REI, devono essere posizionati degli appositi collari antincendio per evitare la trasmissione dell'incendio fra i compartimenti.

Verniciatura antiruggine
Tutte le tubazioni, gli staffaggi , il valvolame e le superfici in acciaio nero dovranno essere protette con due mani di vernice antiruggine costituita da minio al piombo in olio di lino cotto , con spessore di 30 micron per ogni mano.
Le due mani di vernice antiruggine dovranno essere di diverso colore.
La verniciatura seguira' ad una adeguata pulitura e preparazione delle superfici da verniciare (spazzolatura, scartavetratura , raschiatura, ecc.) in modo da avere una perfetta riuscita del lavoro.

Isolamento delle tubazioni con guaina flessibile
Le tubazioni saranno coibentate termicamente tramite guaina flessibile in gomma sintetica vulcanizzata, a cellula chiusa Armaflex tipo AC e SH, con spessori idonei a minimizzare le perdite di energia termica nel rispetto della legge 10/91,secondo quanto riportato nelle tavole di progetto o prescritto dalla D.L.
Le guaine dovranno normalmente essere infilate ; dove cio' non fosse possibile , la guaina installata tramite taglio longitudinale, dovra' essere sigillata mediante apposito collante. Il collante utilizzato a tale scopo dovra' essere della marca e del tipo previsto dal fornitore del materiale isolante.

L' esecuzione dell' isolamento dovra' rispettare tassativamente il manuale di montaggio della Ditta costruttrice dell' isolamento.
Le tubazioni isolate dovranno essere protette con guscio di alluminio smontabile.
Nel caso venisse richiesto il rivestimento in laminato plastico , la ditta dovra' richiedere 1' approvazione dell' esecuzione del rivestimento alla D.L.
L'isolamento non dovra' avere soluzione di continuita' ,nelle sezioni di inizio e di fine dovranno essere riportate apposite targhette indicanti il circuito di appartenenza del fluido convogliato e la direzione del flusso.
Tutto il valvolame relativo alle tubazioni in oggetto sara' coibentato con lo stesso materiale e chiuso con scatole presagomate apribili con cerniere e clips ,in lamierino di alluminio spess; 8/10.

Sistemi di staffaggio
Sistemi per lo staffaggio delle tubazioni dell'impianto di riscaldamento e altri impianti tecnologici, realizzati con binari tipo Hilti MS 21 / Ms 41 in acciaio zincato St 44-2 come da norme DIN EN 10025 e zincatura sendmizir20 micron. Realizzati in profili a C con bordi seghettati con tacche e fori asolati per una maggiore flessibilità e connessioni a sistema di rivetti per binari doppi. I collari sono del tipo MP in acciai zincato con profilo antislittamento in gomma, assorbimento del rumore in accordo con norme DIN 4109 e sono provvisti di scanalatura di irrigidimento.

Saracinesca di regolazione e sezionamento.
Saracinesca di regolazione e sezionamento, con corpo ovale (PN16), cappello e cuneo in ghisa sferoidale GS 500/7, cuneo rivestito in gomma antivecchiamento e antiusura, aste in acciaio inox AISI 420, bulloni in acciaio inox AISI 304, tenute con anelli ORING, attacchi e flange tornite e forate UNI PN16, manovra a volantino in acciaio stampato, comprese n° 2 flange in acciaio da saldare per sovrapposizione alla condotta, guarnizioni, bulloni in acciaio UNI 5727.

Valvole di bilanciamento
Valvole di regolazione automatiche tipo CALEFFI mod. AUTOFLOW per l'equilibratura dei circuiti idraulici dell'impianto di distribuzione dell'acqua calda e fredda, in funzione degli sbilanciamenti di pressione che si verificano nelle tubazioni, da posizionarsi secondo quanto previsto nelle tavole di progetto. Tarate in fabbrica per mantenere la portata entro i valori desiderati con scostamenti non maggiori del 7%, corpo in ottone, superfici di scorrimento antiusura in acciaio inox, molla anch'essa in acciaio inox, ed in grado di lavorare alla temperatura massima di 110 °C.

Saracinesche in ghisa.
Saracinesca in ghisa ovale PN 16 a flange, corpo ,cuneo, coppelle , premistoppa e volantino in ghisa, anelli di tenuta, bussola e dadi del premistoppa in ottone, albero in ottone trafilato e stampato , controflange , bulloni e guamizioni , temperatura massima d'impiego < 100 °C. Sara' ammesso 1' utilizzo di saracinesche a corpo piatto purche' dotate delle caratteristiche tecniche sopra specificate.

Valvole di ritegno in ottone
Valvole di non ritorno a disco filettata in ottone , con pressione di apertura controllata per evitare la circolazione naturale ad elettropompa ferma , otturatore in materiale plastico ,molla fermo molla e dispositivo di apertura manuale in acciaio Inox , completa di controflange , guamizioni e bulloni.

Collettori
I collettori dovranno essere realizzati con tronchi di tubi neri chiusi alle estremita' con fondi bombati. Dovranno essere collocati in opera su mensole o supporti metallici in modo da evitare concentrazione di sforzi sulle valvole . L' altezza di posa dovra' essere tale a rendere agevole la manovra delle valvole di sezionamento e la lettura delle apparecchiature di controllo.
Al fine di permettere lo svuotamento degli impianti i collettori orizzontali avranno adeguata pendenza e nei punti piu' bassi saranno installati rubinetti a maschio . ovviamente anche su eventuali collettori verticali dovranno essere installati rubinetti a maschio per lo svuotamento . Lo scarico dei collettori dovra' essere convogliato su imbuto a vista.

Raccoglitore di impurita' in ghisa.
Raccoglitore di impurita' per acqua, in ghisa, PN 16 , costituito da un corpo in ghisa con flange d' attacco normali forate, filtro a cestello in acciaio inox, completo di controflange , bulloni e guarnizioni.

Giunti antivibranti antisonici a cannocchiale.
Giunti antivibranti speciali ,tipo a cannocchiale per la attenuazione delle vibrazioni meccaniche tra le sorgenti e le tubazioni, costruiti in lega leggera con interposto elemento elastico in gomma sintetica e con flange unificate. L' elemento elastico dovra' lavorare a taglio , al fine di meglio sfruttare le proprieta' antivibranti dello stesso
Saranno forniti completi di controflange , bulloni e guarnizioni.

Flange e controflange.
Le flange o le controflange saranno del tipo a collarino ,in acciaio, UNI 2282 , da saldare in testa, forate e lavorate secondo Norme UNI , PN 16 , con risalto tornito UNI 2229 ,complete di bulloni e guarnizioni in amiantite rossa, spessore 2 mm.
-Le flange o controflange cieche, avranno uguali caratteristiche tecniche.

Termometri a quadrante.
I termometri da installare dovranno rispondere alle norme UNI ed alle norme vigenti in materia. Essi dovranno essere del tipo a quadrante ,completi di indice rosso con viti di fissaggio onde indicare il punto ottimale di lavoro e di temperatura dell' impianto.
I termometri dovranno essere del tipo a immersione a quadrante mercurio con scala 0-120°C, a dilatazione in mercurio e vite di taratura ; dovranno consentire la lettura con una precisione di 1 °C per 1' acqua calda.
i termometri per 1' acqua saranno completi di manicotto e di pozzetto in ottone d'immersione, con la lunghezza minima di 250 mm.

Canalizzazioni
a) Generalita'
Per i percorsi delle canalizzazioni l'impresa dovra' attenersi ai disegni di progetto . Le canalizzazioni dovranno essere completate con tutti quegli organi ,anche non indicati sui disegni di progetto , quali serrande di regolazione , serrande tagliafuoco, silenziatori, giunti antivibranti ,ecc. che sono necessari per il corretto e pratico funzionamento degli impianti secondo insindacabile giudizio della D.L.
b) Canali - costruzione e posa in opera:
I canali dovranno essere costruiti e posti in opera secondo le specifiche che saranno riportate nelle tavole di progetto e comunque sempre nel rispetto delle norme ASHRAE o SMACNA.
Dovranno essere previsti curve, raccordi, diramazioni e portine d'ispezione a perfetta tenuta all'aria, posizionate, come indicato nelle tavole di progetto allegate ovunque sia necessario per permettere le operazioni di pulizia, manutenzione e revisione presso filtri, serrande o altri apparati.
I canali dovranno essere sostenuti dalla struttura dell' edificio mediante supporti costituiti da profilati di ferro zincati a caldo. Tra le apparecchiature (condizionatori , ventilatori , estrattori) ed i canali, siano essi di mandata, ripresa od estrazione , dovranno essere interposti collegamenti flessibili.
Questi collegamenti dovranno essere eseguiti con materiale cedevole non infiammabile ,collegato ai canali ed alle apparecchiature a mezzo di flange.
Dovra' essere particolarmente curata la costruzione dei pezzi speciali (gomiti ,diramazioni , curve ecc.) in modo da limitare al massimo il formarsi di vortici con i conseguenti effetti ,quali rumori e perdite di carico.
Quando e' necessario modificare le forme ed aumentare o diminuire la sezione di un canale dovranno essere usati "pezzi di trasformazione Gli angoli dei pezzi di trasformazione non dovranno essere superiori a 20 nel caso di flusso divergente ed a 30 nel caso di flusso convergente. Le curve dovranno essere costruite con raggio di curvatura interno uguale alla dimensione del canale nella dimensione della curva (curva standard). Il raggio di curvatura interno potra' essere limitato , ove necessario, ai 3/4" della dimensione del canale nella direzione della curva.

Accessori generatori di calore
a) Gruppo di riempimento automatico composto da riduttore a sede compensata, filtro in entrata, rubinetto di intercettazione e valvole di ritegno
b) Separatore d'aria flangiato DN 65 per impianto
Disareatore con elevata capacità di scarico per l'eliminazione dell'aria presente nei circuiti fino a livello di microbolle in modo automatico, corpo in ottone, galleggiante in acciaio inox, coperchio in ottone, otturatore gommato con VITON, filtro in acciao inox, temperatura di esercizio -20...120°C, pressione massima di scarico 6 bar, pressione max di esercizio 16 bar;
d) Tronchetto misuratore di portata DN 65 flangiato
e) Flussostato con pressione di esercizio 10 bar, temp.max 120°C;
f) Vaso di espansione a membrana in lamiera d'acciaio di forte spessore collaudato I.S.P.E.S.L. volume 50 lt
h) valvola di sicurezza con corpo in ottone, coperchio e manopola in nylon con fibre di vetro, membrana in etilene propilene, attacco 3/4" orifizio 20 mm, pressione di taratura 3 bar;
i) pressostato di sicurezza omologato I.S.P.E.S.L. a riarmo manuale a due posizioni, con attacco 3/8" protezione IP 64, campo di taratura 1-10 bar, differenziale 1-3 bar, pressione massima 15 bar;
l) valvola di intercettazione combustibile a riarmo manuale qualificata e tarata I.S.P.E.S.L., taratura a 98°C, con corpo valvola in ottone P-Cu Zn40 Pb2, attacchi filetati da 1", molle in acciaio inossidabile, elemento sensibile a tensione di vapore;

m) Manometro con fondo scala 10 bar attacco 3/8" radiale, conforme norme I.S.P.E.S.L;
n) Termometro con fondo scala 120°C, attacco1/2" radiale, pozzetto, conforme norme I.S.P.E.S.L ;

Pompa di circolazione
Pompa a rotore bagnato, forma costruttiva adatta per il montaggio sulla tubazione. Tre velocità commutabili manualmente. Motore con protezione integrale incorporata compreso dispositivo elettronico di sgancio, spia segnalazione funzionamento e blocco, contatto libero da potenziale per la segnalazione a distanza del blocco e controllo elettronico del senso di rotazione.Spina per l'innesto del corpo diagnosi. Corpo pompa in ghisa grigia, girante in materiale composito rinforzato in fibra di vetro, albero in acciaio al cromo e supporti in grafite.
Le pompe devono possedere, su entrambe le bocche, dei giunti antivibranti realizzati con doppio strato di gomma sintetica EDPM con strati di corda in nylon intrecciati a formare la carcassa (raccordati alle tubazioni mediante flange PN 16).
Portata 1000 l/h

Serbatoio di gasolio con intercapedine
Serbatoio cilindrico da 10.000 lt con intercapedine, realizzato in lamiera FE 360B, spessore 50/10 per camera, saldato con saldatura ad arco M.I.G. e sottoposto a collaudo idraulico pari a 1Kg/cmq. Completo di boccaporto fi 400 mm, pozzetto copriboccaporto in lamiera di acciaio verniciata con coperchio in lamiera bugnata dim 600x600 mm , asta millimetrata di livello, tubo di carico con tappo; valvola limitatrice di carico omologata; filtro con rubinetto e valvola di ritegno; tubo di sfiato DN 40 della lunghezza fino a m 6, con cappuccio con reticella tagliafiamma; tubazione di pescaggio e ritorno con valvola di fondo; tubazione di alimentazione del gasolio in rame rivestito in PVC DN 10/14 della lunghezza fino a m 20; indicatore di livello pneumatico con tubazione di rinvio in PVC per installazione in centralechiusino ermetico in lamina di acciaio verniciato. Il tutto in opera compreso scavo con successivo reinterro e tutto il necessario per rendere l'opera finita a regola d'arte.

Canne fumarie e canali di fumo in acciaio inox a doppia parete con intercapedine da 200 mm
Canna fumaria e relativo canale di fumo a sezione circolare a doppia parete con intercapedine, ad elementi prefabbricati, precoibentati e modulari delle seguenti caratteristiche:
- parete interna in acciaio inossidabile AISI 316L;
- parete esterna AISI304;
- spessori acciaio parete interna 0.6 mm;
- spessori acciaio parete esterna 0.5 mm;
- intercapedine di 25 mm riempita con lana minerale di densità 300 kg/mc
- resistenza termica a 200°C 0.3 mqK/W
- sistema a tenuta di condensa;
- temperatura di esercizio 540°C;

La canna fumaria deve rispondere alle norme DIN 16160 e B.S. 4543: parte2/3 n° KM 05656
Dotata di un sistema di accoppiamento e bloccaggio rotativo, il bloccaggio e inoltre assicurato da fascette di chiusura.
Sono comprese:
a) moduli fumi da 1000 mm,
b) troncoconici,
c) supporti a parete in acciaio inox,
d) piastre di ancoraggio in acciaio inox,
e) staffe a parete in acciaio inox,
f) fascette di chiusura in acciaio inox,
g) anelli di tenuta,
h) faldali piatti in acciaio inox,
i) giunto a T a 90°
l) camera d'ispezione

Saracinesche di intercettazione
Fornitura e posa in opera di saracinesche di intercettazione in ghisa con attacchi a vite per diametri fino a DN 50 a flange per diametri superiori, corpo ovale catramato a caldo per pressioni di esercizio PN 16; a vite interna; anelli e sedi di tenuta in ottone; asta di manovra in ottone di trafilato e rettificato con madrevite in bronzo; attacchi a flange tornite e forate; manovra a volantino; riduttore ad ingranaggi conici; per tubazioni di diametro DN 25, 35, 50, 65. Completo di controflange delle targhette in plastica per l'individuazione del circuito e di tutto il necessario per dare l'opera perfettamente funzionante.

Caldaia

Caldaia in ghisa ad aria soffiata tipo funzionante a gasolio con rendimenti utili superiori al 90 %. il corpo caldaia e la mantellatura in acciaio verniciata a fuoco sono rivestiti con uno strato isolante in lana di vetro. Pressione massima di esercizio 4 bar, corpo caldaia con elementi in ghisa assemblati, camera di combustione bagnata a bassa perdita di carico a tre giri di fumo pressurizzata, flangia di attacco al bruciatore coibentata. La caldaia è inoltre conforme alle direttive CEE sul gas, compatibilità elettromagnetica, bassa tensione e rendimenti.

Potenza termica utile	182.6 kW
Larghezza	730 mm
Profondità	1240 mm
Altezza	920 mm
Contenuto d'acqua	83 litri

Bruciatore.
Bruciatore di gasolio con funzionamento monostadio e accensione a fiamma ridotta. Struttura in alluminio e cofano in materiale fonoassorbente che abbatte la rumorosità e protegge i componenti. Accesso alla testa di combustione e interventi di manutenzione sono scorrevoli e basculanti, ventilatore d'aria a pale rovescie. Collegamenti elettrici predisposti ad allacciamento a morsettiera e grado di protezione elettrica IP X4D (IP 44). Potenza 178-332 kW.

POMPA DI CIRCOLAZIONE.
Circolatore d'acqua calda singola con bocche flangiate, corpo pompa GG-20, girante in materiale composito, albero in X40 Cr 13, boccole in grafite a matrice metallica, quattro velocità commutabili manualmente, motore autoprotetto con grado di protezione IP 42.
Campo di temperatura -10°C + 130°C, alimentazione rete 400 V 50 Hz.
Portata 15.000 l/h 3.7 kPa.

POMPA DI CIRCOLAZIONE .
Pompa centrifuga a motore ventilato. Forma costruttiva compatta grazie all'accoppiamento diretto del motore, esente da vibrazioni, albero motore unico con bussole in bronzo e cuscinetti speciali. tenuta meccanica a soffietto di alta qualità esente da manutenzione ed indipendente dal senso di rotazione, pericolo di cavitazione ridotto grazie alla pale della girante in forma tridimensionale. Flange con prese di misura. Dalla potenza di 1.5 kW protezione integrale del motore elettrico con sensori di temperatura.
Corpo pompa in ghisa GG-25, girante in ghisa GG-20, albero in X20 Cr 13, bocche flangiate PN 16.
Le pompe devono possedere, su entrambe le bocche, dei giunti antivibranti realizzati con doppio strato di gomma sintetica EDPM con strati di corda in nylon intrecciati a formare la carcassa (raccordati alle tubazioni mediante flange PN 16). Portata 6.350 l/h 14 kPa.

Valvole a tre vie miscelatrici
Fornitura e posa in opera di valvole a tre vie miscelatrici tipo per la regolazione continua dell'acqua calda. Qualità dell'acqua a norma VDI 2035. adattio per la combinazione con servomotori AVM 113 S e AVF 113 S come organi di regolazione a caratteristica selezionabile (lineare/equipercentile/quadratica). Corpo valvola e sede in ottone, stelo in acciaio inossidabile, otturatore in ottone con anello di tenuta in teflon rinforzato con fibre di vetro. premistoppa in ottone con quarnizione in EDPM. Attacchi con filettatura esterna

Radiatore di ghisa.
Radiatori in ghisa tipo a elementi componibili da assemblare in opera completo di accessori di montaggio, dato in opera trattato con due mani di antiruggine grigia, comprese opere murarie ed esclusa raccorderia e valvolame. Rese termiche come da tavole di progetto allegate. Valutato per singolo elemento.
Il singolo elemento, con temp. media del corpo scaldante di 80°C e temp. ambiente di 20°C, ha una resa di 190 Kcal/h.
4 colonne 899 mm -

Corredo acces. Corpo scaldante
Corredo accessori per corpo scaldante regolato singolarmente dati montati in opera e comprendente una valvola a doppia regolazione termostatica, un detentore a regolazione micrometrica, una valvola diritta o ad angolo DN 10, un tappo di testa cieco, una serie di riduzioni e raccordi filettati.

Collettore complanare
Collettore complanare 3/4" in ottone, da installare entro vano a parete, compreso sportellino d'ispezione, valvole di intercettazione, valvole automatica di sfogo aria e i raccordi meccanici per tubo in rame a tenuta O-RING.

Bocchetta di mandata SAGI.

Bocchetta tipo SAGI in alluminio, per la mandata. Telaio frontale con profilo aerodinamico, alette orizzontali a forma di goccia singolarmente regolabili, e fissaggio a viti nascoste. Compresa serrandina di taratura.

UTA 1 portata aria 14.000 mc/h.
Unità di trattamento aria con parziale ricircolo tipo con :
- struttura a telaio in alluminio e pannelli sandwich con spessore 46 mm con superficie esterna in lamiera zincata plastificata e superficie interna in acciaio zincato, l'isolamento interno ai pannelli in poliuretano espanso;
- bocche di ingresso e mandata aria corredate di serranda e giunto antivibrante;
- camera di miscela con serrande e giunti antivibranti.
- prefiltri a tasche cucite in fibra di vetro classe EN779 G4, montaggio su telaio con guarnizioni e clips per estrazione frontale;
- sezione motoventilante di mandata che comprende il ventilatore, il motore, la trasmissione a cinghia e pulegge, la slitta tendicinghia, supporti antivibranti in elastomero e il microinterruttore per l'arresto del ventilatore all'apertura della porta. Il ventilatore è del tipo centrifugo a pale rovesce a doppia aspirazione, il motore è asincrono trifase, classe di isolamento F, protezione IP 55
- sezione motoventilante di ripresa che comprende il ventilatore, il motore, la trasmissione a cinghia e pulegge, la slitta tendicinghia, supporti antivibranti in elastomero e il microinterruttore per l'arresto del ventilatore all'apertura della porta. Il ventilatore è del tipo centrifugo a pale rovesce a doppia aspirazione, il motore è asincrono trifase, classe di isolamento F, protezione IP 55
-sistema di regolazione realizzato come da tavola allegata dovrà essere completo di valvole a tre vie motorizzata, regolatore, sonde da canale, pressostati differenziali per allarme filtri sporchi.
-La macchina deve garantire una temperatura dell'aria di immissione in inverno di 20 °C, e in estate di 25°C. Le temperature dell'acqua entrante/uscente nella batteria calda sono di 80°C/70°C,
La U.T.A., se serve più zone deve inoltre essere fornita completa di :
- equalizzatore di flusso per bocca di mandata con le relative serrande

UTA 2 portata aria 4.800 mc/h.
Unità di trattamento aria con parziale ricircolo con:
- struttura a telaio in alluminio e pannelli sandwich con spessore 46 mm con superficie esterna in lamiera zincata plastificata e superficie interna in acciaio zincato, l'isolamento interno ai pannelli in poliuretano espanso;
- bocche di ingresso e mandata aria corredate di serranda e giunto antivibrante;
- prefiltri a tasche cucite in fibra di vetro classe EN779 G4, montaggio su telaio con guarnizioni e clips per estrazione frontale;
- sezione motoventilante di mandata che comprende il ventilatore, il motore, la trasmissione a cinghia e pulegge, la slitta tendicinghia, supporti antivibranti in elastomero e il microinterruttore per l'arresto del ventilatore all'apertura della porta. Il ventilatore è del tipo centrifugo a pale rovesce a doppia aspirazione, il motore è asincrono trifase, classe di isolamento F, protezione IP 55

- sistema di regolazione realizzato come da tavola allegata dovrà essere completo di valvole a tre vie motorizzata, regolatore, sonde da canale, pressostati differenziali per allarme filtri sporchi.
La macchina deve garantire una temperatura dell'aria di immissione in inverno di 20 °C, e in estate di 25°C. Le temperature dell'acqua entrante/uscente nella batteria calda sono di 80°C/70°C,
La U.T.A., se serve più zone deve inoltre essere fornita completa di :
- equalizzatore di flusso per bocca di mandata con le relative serrande

- Impianti di climatizzazione

L'appaltatore realizzerà gli impianti conformemente alle prescrizioni di progetto utilizzando il personale specializzato di cui all'art. "Elenco degli addetti da utilizzare per opere specialistiche" o fornendo l'assistenza, per le opere di sua competenza, ed il libero accesso al cantiere alle persone addette di qualunque altra impresa alla quale siano stati affidati i lavori o alle persone che eseguono lavori per conto diretto dell'amministrazione appaltante. Dovrà anche provvedere a sua cura e spese e sotto la sua completa responsabilità, al ricevimento in cantiere, allo scarico e al trasporto nei luoghi di deposito, situati nell'interno del cantiere, od a piè d'opera, secondo le disposizioni della direzione dei lavori, nonché, alla buona conservazione ed alla perfetta custodia dei materiali e dei manufatti provvisti od eseguiti da altre ditte per conto dell'amministrazione appaltante.
L'appaltatore fornirà l'impianto di climatizzazione, conformemente al progetto esecutivo, assicurando tutti gli ambienti i valori di temperatura, umidità relativa e rinnovo dell'aria prescritti. L'aria immessa nel circuito, sia essa di rinnovo o di ricircolo verrà efficacemente filtrata. Il sistema di climatizzazione potrà essere richiesto:
– esclusivamente invernale; in questi impianti la temperatura ambiente sarà soggetta alle limitazioni previste dalle vigenti disposizioni in materia di contenimento dei consumi energetici;
– esclusivamente estivo;
– generale: estivo ed invernale.

L’appaltatore, qualunque sia il sistema di climatizzazione che dovrà realizzare, dovrà assicurare la possibilità di una regolazione locale, almeno della temperatura e per i locali principali.
Nel caso in cui l’impianto dovrà essere utilizzato da differenti unità immobiliari, ciascuna di queste unità dovrà essere servita separatamente. Per quanto concerne le prescrizioni in vigore e le normative da osservare si fa espresso riferimento alle prescrizioni valide per gli impianti di riscaldamento.
Tutti i componenti destinati al condizionamento dei locali debbono avere attestato di conformità e dovranno essere conformi alle norme UNI, mentre gli apparecchi di sicurezza e di protezione dovranno essere provvisti di un certificato di conformità. Inoltre i componenti dell’impianto devono essere accessibili ed agibili per la manutenzione e suscettibili di essere agevolmente introdotti e rimossi nei locali di loro pertinenza, ai fini della loro revisione, o della eventuale sostituzione. La rumorosità dei componenti, in corso di esercizio, deve essere contenuta, eventualmente con l’ausilio di idonei apprestamenti, entro limiti tali da non molestare né gli utilizzatori, né i terzi. Di tutti i dispositivi di sicurezza, di protezione e di controllo, debbono essere rese chiaramente individuabili le cause di intervento onde renderne possibile l’eliminazione.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO, COLLAUDO
Nel corso dell’esecuzione dei lavori la D.L. potrà effettuare le verifiche che riterrà più opportune al fine di accertare se i materiali impiegati e le tecniche di esecuzione siano effettivamente quelle prescritte e se esiste un certificato di conformità delle apparecchiature.
Il direttore dei lavori raccoglierà in un fascicolo i documenti progettuali più significativi, la dichiarazione di conformità predetta, le schede di prodotti e le istruzioni per la manutenzione.
Al termine dei lavori eseguirà una verifica finale dell’opera e si farà rilasciare dall’esecutore una dichiarazione di conformità dell’opera alle prescrizioni del progetto, del presente capitolato e di altre eventuali prescrizioni concordate.

- Impianti antintrusione, antifurto, antieffrazione

L’appaltatore realizzerà gli impianti conformemente alle prescrizioni di progetto utilizzando il personale specializzato di cui all’art. “Elenco degli addetti da utilizzare per opere specialistiche” o fornendo l’assistenza, per le opere di sua competenza, ed il libero accesso al cantiere alle persone addette di qualunque altra impresa alla quale siano stati affidati i lavori o alle persone che eseguono lavori per conto diretto dell’amministrazione appaltante. Dovrà anche provvedere a sua cura e spese e sotto la sua completa responsabilità, al ricevimento in cantiere, allo scarico e al trasporto nei luoghi di deposito, situati nell’interno del cantiere, od a piè d’opera, secondo le disposizioni della direzione dei lavori, nonché, alla buona conservazione ed alla perfetta custodia dei materiali e dei manufatti provvisti od eseguiti da altre ditte per conto dell’amministrazione appaltante.
Per l’esecuzione e la dotazione degli impianti, i sistemi di sicurezza dovranno essere realizzati con le caratteristiche, definite dagli elaborati di progetto in funzione della particolare destinazione d’uso ed ai beni da proteggere. Gli impianti di allarme dovranno essere realizzati secondo la regola d’arte richiesta dalla legge 1° marzo 1968 n. 186. Si considereranno a regola d’arte solo gli impianti realizzati secondo la norma CEI 79-3 e variante VI “Impianti antieffrazione, antintrusione, antifurto e antiaggressione. Norme particolari per gli impianti antieffrazione e antintrusione” ove applicabile, in relazione alla tipologia dell’edificio, del locale e dell’impianto specifico. Per attestare la rispondenza alle norme, tutte le apparecchiature dovranno riportare un marchio di conformità.
Nei casi in cui le apparecchiature o i sistemi da impiegare non siano contemplati nelle norme italiane, ma esista un riferimento normativo europeo (CENELEC) o internazionale (IEC), questi dovranno essere muniti di dichiarazione di conformità rilasciata dal produttore.
L’appaltatore, in ogni caso, dovrà essere garantire la sicurezza d’uso. A questo scopo, tutte le apparecchiature elettriche collegate alle linee di alimentazione in bassa tensione (trasformatori, interruttori, fusibili, ecc.), dovranno essere conformi alle norme CEI 12-13. La loro rispondenza dovrà essere certificata da un attestato di conformità rilasciato da parte degli organismi competenti degli stati membri della CEE, oppure da una dichiarazione di conformità rilasciata dal produttore. Tutte le apparecchiature dovranno essere esenti da qualsiasi tipo di difetto.
L’appaltatore, inoltre, al fine di garantire la necessaria continuità di funzionamento degli impianti dovrà fornite tutte le istruzioni occorrenti per la loro corretta manutenzione. Le istruzioni dovranno specificare il numero di ispezioni da fare eseguire, a partire dalla data di collaudo, da parte di personale specializzato che dovrà intervenire sul programma di manutenzione preventiva. Nel corso delle manutenzioni preventive dovranno essere effettuate tutte le operazioni di verifica necessarie per il controllo del corretto funzionamento dell’impianto, verificando in dettaglio:
– il funzionamento della centrale di gestione con particolare riguardo alle segnalazioni ottiche ed all’attivazione dei mezzi di allarme;
– l’efficienza dell’alimentatore e lo stato di carica delle batterie;
– la sensibilità e la portata dei rilevatori;
– l’efficienza degli organi di segnalazione d’allarme e di comando dei mezzi di trasmissione degli allarmi e di ogni altro dispositivo componente il sistema.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO
Sarà compito del direttore dei lavori coordinare tutte le operazioni necessarie alla realizzazione dell’impianto e di verificare, nel corso della realizzazione, la presenza, la rispondenza e l’idoneità di tutta la documentazione. La D.L. potrà anche verificare che i materiali impiegati e la loro messa in opera siano conformi a quanto stabilito dal progetto ed alle relative norme. Al fine di garantire la piena funzionalità di esercizio ed ai sensi dell’art. 2 della legge 18 ottobre 1977 n. 791, che richiede l’utilizzo di materiale costruito a regola d’arte, tutti i dispositivi di rivelazione, concentrazione, segnalazione locale o remota (teletrasmissione), nonché di controllo (accessi, televisione a circuito

chiuso ecc.), dovranno rispondere alle norme CEI n. 79-2, 79-3 e 79-4. Al termine dei lavori l'appaltatore dovrà farsi rilasciare un rapporto di verifica dell'impianto attestante l'avvenuta esecuzione a regola d'arte e dovrà fornire all'amministrazione una completa documentazione idonea alla realizzazione delle successive opere di gestione e di manutenzione.
Le verifiche richieste per il collaudo degli impianti antieffrazione, antintrusione ed antifurto saranno le seguenti:
– controllo dei materiali utilizzati e delle relative caratteristiche tecniche;
– controllo del posizionamento, del fissaggio e dell'accessibilità alla centrale di gestione, dei singoli rilevatori e di ogni altro dispositivo del sistema, con l'ulteriore verifica della conformità a livello delle prestazioni richieste;
– controllo dello schema che riporta la localizzazione dei cavi e degli schemi dei collegamenti, verifica della completezza della documentazione tecnica e dei manuali d'uso e manutenzione;
– calcolo teorico sull'autonomia di funzionamento dell'impianto sulla base degli assorbimenti, delle batterie e del dimensionamento degli alimentatori;
– controllo delle funzioni concordate ed in particolare sulla risposta dell'impianto ad eventi di allarme; risposta dell'impianto ad eventi temporali; risposta dell'impianto ad interventi manuali.

- Impianti di ascensori e di montacarichi

L'appaltatore realizzerà gli impianti conformemente alle prescrizioni di progetto utilizzando il personale specializzato di cui all'art. "Elenco degli addetti da utilizzare per opere specialistiche" o fornendo l'assistenza, per le opere di sua competenza e consentendo il libero accesso al cantiere alle persone addette di qualunque altra impresa alla quale siano stati affidati i lavori o alle persone che eseguono lavori per conto diretto dell'amministrazione appaltante. Dovrà anche provvedere a sua cura e spese e sotto la sua completa responsabilità, al ricevimento in cantiere, allo scarico e al trasporto nei luoghi di deposito, situati nell'interno del cantiere, od a piè d'opera, secondo le disposizioni della direzione dei lavori, nonché, alla buona conservazione ed alla perfetta custodia dei materiali e dei manufatti provvisti od eseguiti da altre ditte per conto dell'amministrazione appaltante.
Per l'esecuzione e la dotazione degli impianti, gli ascensori dovranno essere realizzati con le caratteristiche, definite dagli elaborati di progetto in funzione della particolare destinazione d'uso ed ai beni da proteggere
Vano corsa – È lo spazio libero in cui scorrono la cabina e il contrappeso tra le guide verticali. Le misure in pianta saranno determinate dal progetto in relazione al tipo di impianto, sia con riferimento alle sue caratteristiche generali (portata, velocità, tipo di porte), sia in relazione agli ingombri delle apparecchiature. Sarà quindi richiesto che il vano venga costruito secondo le dimensioni indicate dalla ditta produttrice. Dal punto di vista costruttivo il vano corsa dovrà rispondere alle caratteristiche richieste dal D.M n. 587 del 9 dicembre 1987. Il vano corsa sarà completamente chiuso, eccetto quanto non debba partecipare alla protezione dell'edificio ai fini antincendio. In questo caso l'altezza sarà di 2,50 m (tranne che per le pareti di accesso). Il vano sarà generalmente chiuso da pareti in calcestruzzo armato o con gli altri materiali previsti in progetto, purché incombustibili, quali la lamiera d'acciaio, reti, griglie o traforati metallici e anche in cristalli di sicurezza.
Le pareti laterali dovranno essere sufficientemente robuste per resistere alle spinte che attraverso gli ancoraggi vengono trasmesse dalle guide della cabina; il valore di tali spinte sarà indicato nella documentazione tecnica da presentare alle autorità competenti per ottenere la licenza di impianto.
Quando la distanza tra due porte di piano superi gli 11 m sono obbligatorie delle porte di soccorso con dimensioni ben determinate.
Il vano corsa dovrà essere dotato, in alto, di un'apertura o di un camino (avente area non minore dell'1% della pianta del vano corsa) idoneo a scaricare all'aria libera il fumo che si dovesse formare a causa di un eventuale incendio e dovrà essere sufficientemente illuminato per rendere più agevoli le operazioni di soccorso o di manutenzione. All'interno del vano corsa non potranno essere installate condutture elettriche, tubazioni idrauliche, o altri dispositivi che non appartengono esclusivamente all'ascensore.
Negli edifici civili, quando la corsa sopra il piano terra supera i 20 m e contemporaneamente l'altezza di gronda sia maggiore di 24 m, gli impianti elevatori dovranno essere dotati di ubicazione e protezione antincendio. In questi casi il vano corsa dovrà rispondere a determinati requisiti riguardanti lo spessore delle pareti e la natura del materiale che lo costituisce.
Incastellature metalliche autoportanti – Nel caso di edifici con strutture non in grado di sopportare il carico dinamico, l'ascensore sarà sorretto da una adeguata incastellatura metallica autoportante in grado di sopportare i carichi dinamici dell'impianto.
Vetri di sicurezza – I vetri adoperati per gli ascensori dovranno avere determinate caratteristiche tecniche tese ad assicurare una specifica resistenza agli urti e alle flessioni senza che eventuali frammenti siano taglienti.
I vetri di sicurezza ammessi sono i temperati, gli stratificati e i retinati. Tali vetri dovranno essere certificati solo da qualificati centri di prova ed avere ben visibile il marchio di fabbrica.
Fossa – La fossa che costituisce il prolungamento del vano corsa al di sotto del piano di calpestio della fermata estrema inferiore sarà eseguita secondo le indicazioni contenute nel decreto di attuazione della norme europea EN 81. In dettaglio:
UNI EN 81-1:1999 – 31/03/1999 – *Regole di sicurezza per la costruzione e l'installazione degli ascensori e dei montacarichi – Ascensori elettrici*
UNI EN 81-2:1999 – 31/05/1999 – *Regole di sicurezza per la costruzione e l'installazione degli ascensori e dei montacarichi – Ascensori idraulici (codice ICS: 91.140.90).*

La profondità della fossa sarà realizzata in funzione della velocità di regime dell'impianto, dello spazio occorrente per la frenatura, della posizione degli interruttori di extracorsa e dell'ingombro fisico della traversa inferiore dell'armatura che sostiene la cabina. Le dimensioni in pianta sono generalmente le stesse del vano corsa. Quando la cabina appoggia sugli ammortizzatori totalmente compressi, dovranno essere soddisfatte simultaneamente le seguenti condizioni:

a) dovrà esistere nella fossa uno spazio che permetta di sistemare almeno un parallelepipedo rettangolo di 0,5 x 0,6 x 1 m appoggiato su una delle sue facce;
b) la distanza libera tra il fondo della fossa e le parti più basse della cabina non dovrà essere minore di 0,5 m.

Il fondo della fossa dovrà essere continuo e sensibilmente in piano, ad eccezione degli eventuali basamenti per gli ammortizzatori e le guide e dei dispositivi di evacuazione delle acque. La fossa dovrà inoltre essere protetta dalle infiltrazioni d'acqua. Nella fossa dovranno essere installati un interruttore che permetta di fermare e di mantenere fermo l'ascensore e una presa di corrente.

Testata – Si considera testata il prolungamento del vano corsa al di sopra del piano di calpestio della fermata estrema superiore fino all'intradosso della soletta del locale del macchinario, quando questa sia ubicato in alto. Nel caso in cui il macchinario sia ubicato in basso, la testata rimarrà comunque come definita precedentemente, salvo che la soletta superiore di chiusura del vano sia quella di separazione con il locale delle carrucole di rinvio, anziché del locale del macchinario. Le dimensioni in pianta saranno le medesime del vano corsa. L'altezza della testata sarà realizzat in funzione della velocità di regime, dello spazio di frenatura, della posizione degli interruttori di estrema corsa e dell'ingombro fisico delle apparecchiature al di sopra della cabina. Sarà anche correlata alla profondità della posa. Le norme vigenti prescrivono che:

– sopra il piano più alto servito dovrà esserci un'extracorsa sufficiente per permettere alla cabina, dopo l'intervento dell'interruttore di extracorsa, di fermarsi o per l'azione dei freni o per l'azione di ammortizzatori sistemati sotto il contrappeso;
– dovranno essere disposti nella fossa, sotto il contrappeso, arresti fissi o idonei ammortizzatori in modo da assicurare uno spazio libero, in qualsiasi condizione, di altezza non minore a 0,80 m tra il tetto della cabina e la porta più sporgente del soffitto del vano.

In genere l'altezza della testata, anche con velocità di regime limitata, sarà superiore all'altezza normale dell'ultimo piano servito dall'ascensore, per cui la soletta del locale del macchinario (o del locale carrucole di rinvio, se l'argano è ubicato in basso) dovrà essere costruita più in alto, in modo tale che tra il livello di calpestio dell'ultimo piano servito e l'intradosso della suddetta soletta vi sia l'altezza corrispondente alla testata minima occorrente per quel determinato tipo di impianto.

Locale del macchinario e delle pulegge di rinvio – Il locale del macchinario potrà essere ubicato in alto o in basso ed avrà le dimensioni previste dagli elaborati di progetto ed in ogni caso maggiori rispetto a quelle del vano corsa sopra il quale è ubicato.

Le sue dimensioni saranno dipendenti dalla disposizione reciproca con il vano corsa, dagli ingombri delle apparecchiature (che variano in funzione del tipo di impianto) e dalle norme di legge che prescrivono determinate distanze da mantenere tra i diversi macchinari, con particolare riguardo alle parti in movimento. Occorrerà assicurare un'area sufficiente davanti a quadri elettrici ed armadi con profondità di 0,70 m e larga quanto il quadro o l'armadio (comunque non inferiore a 0,50 m); un'altra superficie minima di 0,50 x 0,60 m per la manutenzione, la verifica delle parti in movimento e l'eventuale manovra a mano dell'argano; degli accessi e questi spazi liberi con una larghezza minima di 0,50 m (0,40 m se non esistono parti in movimento in questa zona). L'altezza libera di questi passaggi non dovrà essere minore di 1,80 m (1,70 per i locali delle pulegge di rinvio), mentre quella per le aree di lavoro non dovrà essere minore di 2,00 m sottotrave.

L'accesso al locale dovrà essere diretto, cioè non dovrà richiedere il passaggio attraverso spazi privati, ed avere tutti i requisiti di sicurezza per quanto riguarda il percorso da fare per raggiungerlo (scale, tipo di gradini, illuminazione, corrimano).

L'accesso delle persone al locale avverrà con scale normali, retrattili o a scomparsa in botola. Le porte di accesso dovranno avere larghezza non minore di 0,60 m ed altezza non minore di 1,80 m (1,60 m nei locali delle pulegge di rinvio) e non dovranno aprirsi all'interno del locale. Se l'accesso avviene attraverso botole, queste dovranno avere una dimensione minima di 0,80 x 0,80 m. Il locale del macchinario non potrà contenere né canalizzazioni, né organi o impianti estranei al servizio dell'ascensore. Dovrà essere costruito in modo tale da poter sopportare i carichi e gli sforzi ai quali può essere normalmente sottoposto. Nella soletta portante dovranno essere previsti dei fori per il passaggio delle funi e delle condutture elettriche, predisposti in base alle indicazioni contenute nei disegni di progetto. Tali fori dovranno essere i più piccoli possibile. In prossimità dell'accesso dovrà essere sistemato il quadro di alimentazione, cui faranno capo la linea trifase per la forza motrice, le linee per la luce, per l'allarme e per la messa a terra delle apparecchiature, nonché altre linee ausiliarie, se previste, quali quelle per l'impianto citofonico, per la luce di emergenza, ecc.

Il locale dovrà essere ventilato con aperture di aerazione permanenti le cui dimensioni minime saranno quelle richieste dalla vigente normativa in materia di prevenzione incendi.

NORMATIVE DI RIFERIMENTO:

Per il dimensionamento e l'inserimento degli impianti nell'edificio le norme nazionali adottate dall'UNI sono le seguenti: **UNI ISO 4190 Parte 1ª (+ FA 158 e FA 270), Parte 2ª**, **Parte 3ª** che stabiliscono le dimensioni necessarie per l'installazione delle seguenti tipologie di impianti: ascensori adibiti al trasporto di persone, ascensori adibiti principalmente al trasporto di persone, ma nei quali si possono trasportare anche merci; ascensori adibiti al trasporto di letti (montaletti); ascensori prevalentemente destinati al trasporto di cose generalmente accompagnate da persone.

UNI ISO 4190, Parte 5ª (+ FA 271) che stabilisce quali pulsanti e segnali sono da prevedere nella costruzione e installazione di un ascensore, tenendo conto del tipo di manovra adottato per l'apparecchio stesso.
UNI ISO 4190, Parte 6 ª che stabilisce le regole concernenti le previsioni di traffico e la scelta degli ascensori per gli edifici adibiti ad abitazione, allo scopo di assicurare un servizio soddisfacente.
UNI 8725 che stabilisce le istruzioni per l'integrazione negli edifici residenziali degli impianti di ascensori elettrici a fune.
UNI 8999 che stabilisce le istruzioni per l'integrazione negli edifici per uffici, alberghi ed ospedali degli impianti di ascensori elettrici a funi.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO, COLLAUDO
Nel corso di realizzazione delle opere la direttore dei lavori potrà verificare l'impianto ai fini della loro accettazione eseguendo controlli per accertare se l'impianto, a livello di progetto, abbia ottenuto le necessarie approvazioni da parte dei competenti organi di controllo e che le dimensioni siano coerenti con la destinazione d'uso in base alle norme di dimensionamento e di inserimento nell'edificio. Potrà anche verificherà se l'impianto sia in grado di ricevere alla fine dell'installazione il collaudo da parte dei competenti organi di controllo e che i dati relativi siano registrati sulla documentazione obbligatoria in base alla legislazione vigente.

- Barriere architettoniche

La normativa inerente l'accessibilità degli edifici e spazi pubblici, conformemente al disposto dei "Piani di abbattimento delle barriere architettoniche" di cui all'art. 32 comma 21 della legge 41/86, fa riferimento alle seguenti leggi:
- Legge 30 marzo 1971 n. 118 "Conversione in legge del decreto legge 30 gennaio 1971 n. 5".
- D.P.R. 24 luglio 1996 n. 503 "Regolamento recante norme per l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici, spazi e servizi pubblici".

Il regolamento contenuto nel D.P.R. 503/96 prevede all'art. 1 comma 3 che gli edifici e spazi pubblici di nuova costruzione, anche se di carattere temporaneo, e quelli esistenti qualora vengano sottoposti a ristrutturazione o ad altro tipo di intervento edilizio o a quelli soggetti a cambio di destinazione qualora questa sia finalizzata all'uso pubblico, debbano essere resi accessibili. Inoltre, secondo l'art. 2 comma 2, gli edifici, e le strutture costruite, modificate o adeguate tenendo conto delle norme per l'eliminazione delle barriere architettoniche, devono esporre, ben visibile, il simbolo di "accessibilità".
L'appaltatore, oltre a realizzare le opere richieste al fine di adeguare la costruzione, sarà tenuto, conformemente a quanto disposto in progetto a realizzare un sistema di chiamata, posto in un luogo accessibile, atto consentire al cittadino con ridotta capacità motoria o sensoriale la fruizione del servizio erogato in quell'edificio. Il dispositivo di chiamata deve essere segnalato con il simbolo di "accessibilità condizionata" (D.P.R. 503/96 art. 2 comma 3).
La segnalazione, con relativo contrassegno, deve essere apposta anche in presenza, all'interno di un edificio, di apparecchiature che consentano la comunicazione per i non udenti (D.P.R. 503/96 art. 2 comma 3, D.P.R. 503/96 art. 2 comma 4).
Per le specifiche tecniche si farà riferimento a quelle contenute nel Decreto del Ministro dei Lavori Pubblici 14 giugno 1989, n. 236 "Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità e la visitabilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica sovvenzionata e agevolata, ai fini del superamento delle barriere architettoniche" (D.P.R. 503/96 art. 1 comma 6).

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO
Nel rispetto delle norme vigenti in tema di barriere architettoniche (collegio 104/92 art. 24 comma 4) sono previste sanzioni per il direttore dei lavori, il responsabile tecnico degli accertamenti per l'agibilità e l'abitabilità ed il collaudatore qualora vengano accertate inadempienze delle disposizioni vigenti in tema di eliminazione delle barriere architettoniche.

ALLEGATO 1

Interventi sugli apparati murari a facciavista

A premessa del tema in oggetto occorre ricordare come la messa in atto delle tecniche di intervento sul recuperi corticale della murature a facciavista richieda un impegno particolarmente oneroso a causa della richiesta della maggiore cura nella selezione del materiale in cantiere e nella posa in opera.

Come riferimento generale per i criteri di intervento va subito puntualizzato che è da considerarsi poco opportuna la sabbiatura del paramento murario.
Possono essere eccezionalmente ammesse microsabbiature localizzate e funzionali alla pulitura in presenza di particolare degrado o di residui di intonaci non originali e di sovrapposizione.

Sono da preferirsi i trattamenti di pulitura e protezione quali pulitura e lavaggi naturali, oli e velature per murature in laterizio;
Per edifici in origine a faccia a vista, gli eventuali interventi di integrazione e ripristino di elementi mancanti o gravemente deteriorati, devono essere realizzati con il metodo del cuci scuci.

Si prescrive l'uso di materiali simili agli originali per dimensione, forma e colore, adoperando nelle connessioni di interfaccia tra gli elementi una malta il più possibile analoga per composizione a quella originale.

L'intervento a scuci – cuci interesserà per tratti limitati e successivi a parziale spessore sulle porzioni murarie lesionate o nei tratti in cui si riterrà opportuno ripristinare la continuità dei ricorsi di mattoni.
A tale scopo si utilizzeranno mattoni vecchi provenienti da demolizioni in zona e malta rispondente alle caratteristiche di quella originaria inseriti con giunti che dovranno essere lavorati con le stesse modalità di quelli originali.

I risultati delle osservazioni attente su tutta la superficie dei fronti esterni hanno permesso di redigere un quadro del degrado caratterizzato da:
mancanze e lacune del materiale laterizio;
aree con mattoni scagliati o molto decoesi e giunti mancanti o molto decoesi;
aree con mattoni e giunti con processi di polverizzazione in atto;
aree con aggressione biologica e chimica a diversi livelli e fasi.

Le aree con forti fenomeni di disgregazione e decoesione dei giunti di malta, ha favorito nel tempo l'aumento dell'infiltrazione di acqua piovana[1] con un incremento dei processi di deterioramento dei mattoni. Ciò ha portato a lenti fenomeni di scagliatura e nel tempo anche alla perdita di parti consistenti di mattoni. Vi sono anche aree in cui i mattoni presentano fenomeni di polverizzazione più o meno spinta in profondità a seconda dell'esposizione della facciata e della condizione dei giunti di malta.

Allo scopo di uniformare l'intervento in oggetto ad uno standard di riferimento basato su esperienze precedenti, si propongono a seguire alcune indicazioni relative alle varie fasi che ne caratterizzeranno lo schema di principio, senza scendere nel dettaglio di vere e proprie schede tecniche, ma fornendo punti di riferimento su modalità e prodotti le schede tecniche dei prodotti da utilizzare, cui l'Impresa aggiudicataria dell'appalto dovrà conformarsi il più possibile.

A tale proposito elementi primari di riferimento dovranno essere:

La composizione della malta per stuccatura paramento murario in laterizio;
Le caratteristiche del prodotto consolidante per paramento murario;
Le caratteristiche del prodotto impermeabilizzante per paramento murario.

La composizione delle malte dovrebbero assumere carattere vincolante, in quanto dovranno consentire di ristabilire la necessaria uniformità delle porzioni di muro da restaurate .

I prodotti da utilizzare dovranno essere in ogni caso conformi e compatibili con quelli esistenti e concordati preventivamente, oltre che sottoposti ai necessari test preliminari su campioni di materiale che permettano di

[1] L'acqua, l'anidride carbonica, lo zolfo, i nitrati, i sali di ammonio e gli altri elementi presenti nell'aerosol sono in grado di attaccare i legami che tengono saldata la matrice dei minerali silicatici e carbonatici presenti nei laterizi e negli intonaci. L'aumento e l'alterazione del rapporto superficie-volume aumenta in questi materiali la capacità di assorbimento e scambio di ioni con soluzioni. Questo complesso sinergismo genera nell'architettura tessiturale del paramento un forte aumento dei valori assoluti della igroscopicità. Al variare dei parametri di evaporazione, temperatura, umidità, pH ecc. dell'ambiente si creano fenomeni ciclici più o meno costanti, in conseguenza dei quali la coesione originaria dei mattoni viene perduta, poiché si indeboliscono le strutture intergranulari e tessiturali. La ripetizione dello stesso fenomeno aumenta esponenzialmente gli effetti disgregativi sui materiali. Ai fenomeni chimici si aggiungono quelli strettamente fisici legati al ciclo gelo-disgelo, e alla disgregazione dovuta alla formazione di cristalli di sali veicolati dall'acqua o già presenti nella composizione dei mattoni e delle malte.

verificarne il grado dell'effetto rinforzante che si ottiene e di comprovare l'assenza di variazioni cromatiche sul materiale lapideo trattato, e che consentano altresì di stabilire la quantità di materiale da impiegare.

Relativamente al materiale di riferimento per la stuccatura e stilatura del paramento murario si potrà fare riferimento ai seguenti dati:

CALCE IDRAULICA NATURALE
Resistenza meccanica a compressione:
- 2,5 MpA a 28 gg.
- 6,0 MpA a 6 mesi
- 9,0 MpA a 12 mesi

Colore: Nocciola
Tempo di presa: - inizio presa 3-4,30 h
- fine presa 3-4 giorni

CEMENTO BIANCO RCK 325
Cemento Portland al calcare bianco Rck 325, tipo II7B-L, contenente nel suo nucleo una percentuale in massa di klinker che oscilla dal 65 al 79%, mentre la parte restante è composta da calcare (21/35%) più eventuali costituenti secondari opportunamente selezionati, fino al massimo del 5%

SABBIA MARRONE
Aggregati inerti per malta, granulometria:
- 4 UNI 100% (% passante) GRC 20
- 2 UNI 86,7%
- 1 UNI 65%
- 0,5 UNI 42,6%
- 0,25 UNI 27,7%
- 0,125 UNI 11,1%
- 0,063 UNI 1,5%

SABBIA CALCAREA
Sabbia 0-3 ciclonata, granulometria fine 0-2 G

RESINA ACRILICA
Dispersione acquosa di resina acrilica pura 100% con ottime caratteristiche di resistenza e stabilità, indicata in combinazione con leganti idraulici, con eccellente stabilità al gelo, grande compatibilità con pigmenti e cariche, ottima resistenza ai Sali solubili, buona stabilità del pH e buona stabilità meccanica, capace di creare films con grande resistenza agli alcali, elevata resistenza all'ingiallimento ed ai raggi U.V., buona trasparenza e ottimo potere legante.

GIALLO OSSIDO SINTETICO
Ossido di ferro con ottima stabilità alle intemperie, alla luce, ai solventi, agli alcali, all'acqua ed una sufficiente stabilità agli acidi.

Con riferimento alle fasi successive e di finitura dell'intervento di conservazione è possibile suggerire l'so di prodotti testati e di uno controllato nei casi in oggetto.
A tale proposito ESTEL 1000 si presenta come un ottimo prodotto consolidante indicato per il restauro di lapidei di natura silicatica e carbonatica, di mattoni, di terracotta e intonaci.
Le principali caratteristiche lo individuano come un prodotto consolidante composto da Esteri Etilici dell'Acido Silicico sciolti in Ragia Minerale per un ottimale grado di assorbimento fino al nucleo sano della pietra.
Gli Esteri Etilici dell'Acido Silicico [Si(OEt)4]n reagiscono con l'umidità atmosferica e si trasformano in Gel di Silice ed alcool etilico.
Il Gel di Silice, grazie al forte legame chimico che si instaura con il supporto, conferisce alla superficie trattata nuove proprietà meccaniche.
Studi eseguiti dal Dipartimento di Ingegneria dei Materiali dell'Università degli Studi di Trento hanno consentito di verificare che il prodotto consolidante risponde ai seguenti requisiti:
non provoca la formazione di sottoprodotti secondari dannosi;
viene uniformemente assorbito dalla pietra e raggiungere tutto il materiale alterato, collegandolo alla parte sana più interna;
lascia il materiale trattato permeabile al vapore acqueo;
lascia inalterato l'aspetto esteriore della pietra evitando formazione di macchie o di pellicole lucide ed ingiallimento sotto l'azione delle radiazioni UV.
La superficie da trattare deve essere asciutta, pulita, risanata da eventuali sali efflorescibili presenti e la temperatura atmosferica deve essere compresa tra 10°C e 25°C; la superficie da trattare non deve essere esposta all'irraggiamento diretto del sole. Il prodotto può essere applicato per immersione, mediante pennello in setola o anche a spruzzo con irroratori a bassa pressione. Il materiale da trattare va completamente saturato sino al rifiuto del prodotto

consolidante ed in modo da raggiungere il nucleo sano. Il prodotto consolidante completa la sua reazione dopo circa quattro settimane con temperatura ambiente di 20°C ed umidità relativa del 40-50%.

Rispetto al problema di finitura e successiva protezione alla pioggia si può fare riferimento a prodotti tipo ANTIPLUVIOL S che si caratterizzano come impregnanti idrorepellenti incolori a base di resine silossaniche

Applicato su un supporto poroso un prodotto di tale tipo penetra in profondità e reagisce con la naturale umidità presente all'interno di esso per formare uno strato idrofobo all'interno dei pori e dei capillari, che respinge l'acqua. Per questa sua proprietà si configura quindi come un efficace protettivo contro gli agenti aggressivi presenti nell'atmosfera, trasportati all'interno dei manufatti dall'acqua piovana, senza alterarne l'aspetto estetico. Non crea pellicola e quindi non modifica sostanzialmente la permeabilità al vapore acqueo. Possiede ottima resistenza all'alcalinità ed alle radiazioni ultraviolette.

Al di là del sistema di pulizia adottato, il prodotto deve essere applicato solo su superfici visivamente asciutte garantendo un'efficacia e una durata dell'effetto idrorepellente che dipende molto dalla profondità di penetrazione dell'impregnante; parametro questo che naturalmente è in funzione della capacità di assorbimento del materiale da trattare e dalla quantità di impregnante che viene applicata.

Per una distribuzione omogenea del prodotto è consigliabile l'impiego di spruzzatore a zaino manuale per grandi superfici oppure rullo o pennello per superfici più piccole o in presenza di molte finestre. L'applicazione va protratta fino a saturazione. Generalmente per una completa impregnazione sono sufficienti 2-3 mani applicate a distanza di circa due ore una dall'altra.

Il consumo nel caso di murature il laterizio a facciavista mattoni varia tra 0,30-1,00 kg/mq per mano;

Proprio allo scopo di uniformare l'intervento in oggetto, si propongono a seguire le schede tecniche dei prodotti da utilizzare utilizzare, cui l'Impresa aggiudicataria dell'appalto dovrà necessariamente conformarsi il più possibile, scegliendo comunque prodotti aventi caratteristiche il più possibile similari a quelli proposti, in particolare:

Composizione della malta per stuccatura paramento murario in laterizio;
Scheda tecnica del prodotto consolidante per paramento murario;
Scheda tecnica del prodotto impermeabilizzante per paramento murario.

Le schede relative alla composizione delle malte dovrebbero assumere carattere vincolante, in quanto consentono di ristabilire la necessaria uniformità delle porzioni di muro restaurate nei successivi interventi ed in quanto già approvate dalla Soprintendenza.

Le schede tecniche dei prodotti specifici hanno invece carattere orientativo per l'impresa,fermo restando che i prodotti da utilizzare dovranno essere comunque conformi e compatibili con quelli già posti in opera e concordati preventivamente, sottoposti ai necessari test preliminari su campioni di materiale che permettano di verificarne il grado dell'effetto rinforzante che si ottiene e di comprovare l'assenza di variazioni cromatiche sul materiale lapideo trattato, e che consentano altresì di stabilire la quantità di materiale da impiegare.